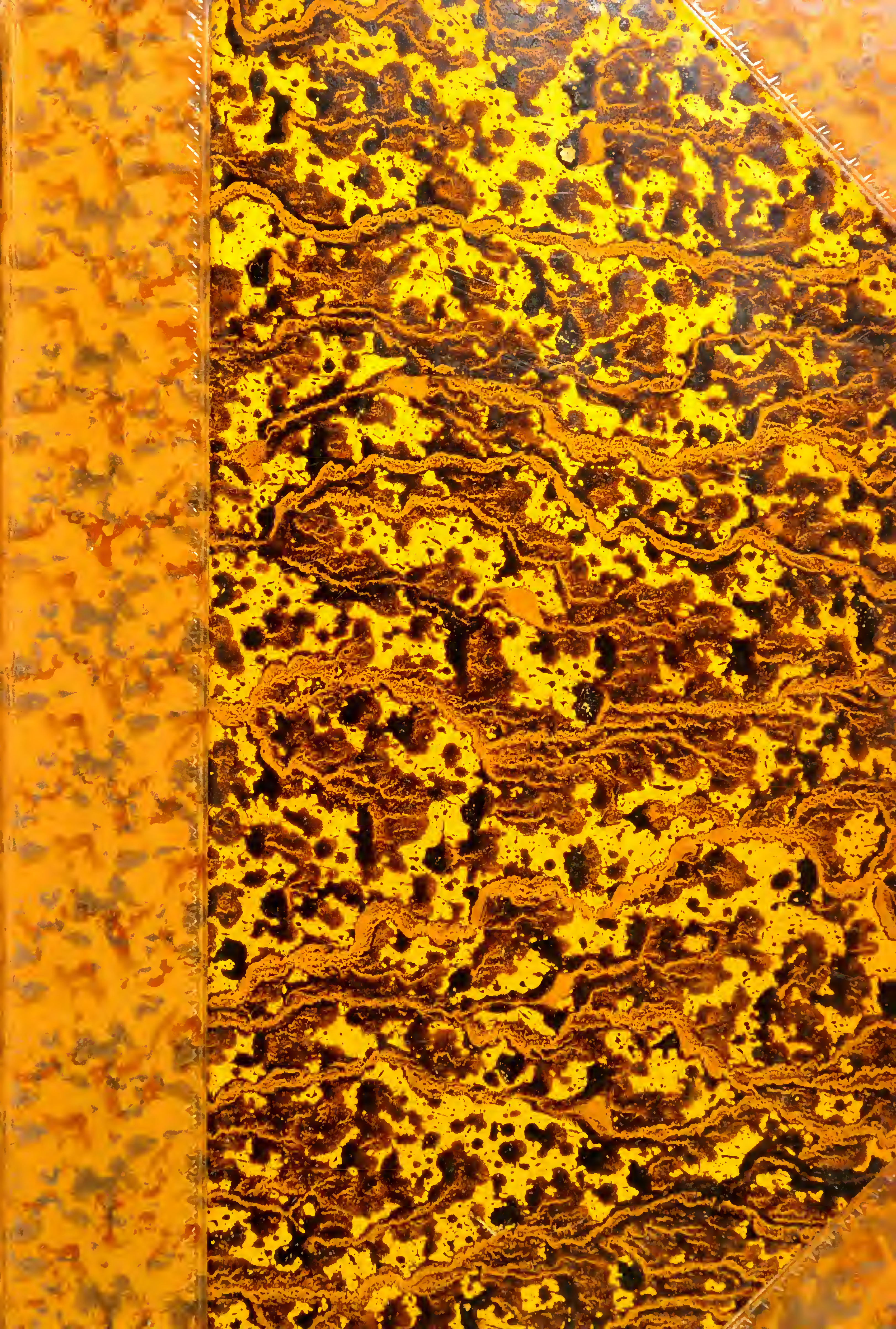


Die Bekämpfung der Infectionskrankheiten.

Hygienischer Theil

von

Oberingenieur **Brix**, Professor Dr. **Pfuhl** und
Hafenarzt Dr. **Nocht.**

Herausgegeben

von

Stabsarzt Professor Dr. Behring.

Mit 14 Abbildungen und 3 Tafeln.

Leipzig.
Verlag von Georg Thieme.
1894.

Widmung an den Geheimen Medicinalrath

Herrn Professor Dr. R. Koch,

Director des Instituts für Infectionskrankheiten, Mitglied des Staatsraths,
Grosskreuz des Rothen Adlerordens etc.

Hochzuverehrender Herr Geheimrath!

Die zielbewusste Verwendung der in diesem Buche beschriebenen Einrichtungen und Maassnahmen zu Desinfectionszwecken verdankt die Menschheit Ihrem Eingreifen in die Medicin.

Von Ihren Lehren durchdrungen haben die Verfasser dieses Buch geschrieben; sie hoffen, dass es auch in Ihrem Sinne geschrieben ist.

Der Herausgeber und
die Verfasser.

Vorwort des Herausgebers.

In dem Kampf gegen die Infectionskrankheiten kann ein nennenswerther Erfolg nur erreicht werden, wenn wir Mittel haben, welche im Stande sind, die krankmachende Wirkung der Infectionsstoffe aufzuheben, und wenn wir zielbewusst und methodisch diese Mittel dazu anwenden, um die Infectionsstoffe überall, wo wir sie treffen können, unschädlich zu machen.

Zu den methodisch angewandten Mitteln, mit deren Hilfe wir einen solchen Kampf gegen die Infectionskrankheiten führen, rechne ich die Massnahmen zur Beseitigung der Infectionsstoffe im Boden, in der Luft, im Wasser, in den Nahrungsmitteln, in der Wäsche, den Betten, Kleidern, und in und an allen anderen Dingen, den todten wie den lebenden, mit denen wir in Berührung kommen; ich rechne ferner dahin die kunstgemässe medicamentöse Anwendung von desinficirenden Mitteln zur Verhütung und Heilung der Infectionen des Menschen und der Thiere.

Das Thatsachenmaterial, welches auf dem Gebiet der Bekämpfung der Infectionskrankheiten im Laufe der Jahre gesammelt ist, hat einen fast unübersehbaren Umfang gewonnen, und die Darstellung desselben in Form eines Lehrbuches stösst auch aus dem Grunde auf grosse Schwierigkeit, weil die Zweckmässigkeit der gegenwärtig geübten Handhabung vieler von den oben erwähnten Massnahmen noch der Discussion unterworfen ist. Als ich trotzdem das Unternehmen wagte, nach einheitlichem Plan die praktisch am wichtigsten erscheinenden Methoden zur Unschädlichmachung der Infectionsstoffe zu beschreiben, erkannte ich sehr bald die Unzulänglichkeit des eigenen Wissens. Erspriessliches kann bei einem solchen Unternehmen nur

geleistet werden, wenn die so tief in unser wirthschaftliches und Verkehrsleben einschneidenden Einrichtungen zur Befreiung des Bodens und des Wassers von Infectionsstoffen; die Desinfection von Kleidern, Betten, Wäsche und Utensilien; die Wohnungs- und Schiffsdesinfection von autoritativer Seite beschrieben und beurtheilt werden. Erst als ich für die Darstellung dieser Kapitel der Desinfectionslehre in den Herren Oberingenieur Brix, Professor Pfuhl und Hafenarzt Dr. Nocht hervorragend geeignete Autoren gewonnen hatte, fand ich den Muth zur Annahme des Vorschlags meines Herrn Verlegers, ein Lehrbuch über hygienische und therapeutische Massnahmen zur Bekämpfung der Infectionskrankheiten herauszugeben.

Der vorliegende Band enthält den hygienischen Theil des Lehrbuchs, welcher sich mit den Infectionsstoffen ausserhalb des menschlichen und thierischen Organismus beschäftigt.

Sowohl für diesen hygienischen Theil, wie für den später erscheinenden therapeutischen kann als Einleitung das gleichzeitig mit diesem Bande erscheinende Buch des Herausgebers „Infection und Desinfection“ betrachtet werden, in welchem die wissenschaftlichen Grundlagen für die praktisch zur Anwendung gelangenden Desinfectionsmethoden genauer besprochen werden.

Berlin im Februar 1894.

Behring.

Inhalts-Verzeichniss.

Hygienisch-technische Massnahmen

zur

Verhütung und Beseitigung von ansteckenden Krankheiten, die mit dem Wasser und dem Boden in Zusammenhang stehen.

Von

Oberingenieur **J. Brix** in Wiesbaden.

Desinficierende Massnahmen

zur

Befreiung der Kleider, Wäsche, Betten, Wohnungs- und Schiffsutensilien u. s. w. von Infectionsstoffen.

Von

Prof. Dr. **E. Pfuhl** und Hafenarzt Dr. **Nocht.**

Dritter Abschnitt.

Vierter Abschnitt.

Berichtigungen.

Seite 120. In der Tabelle, pos. 1, Bemerkungen: 25—30$^0/_{00}$ statt 25—30$^0/_0$.

Seite 257. Elfte Zeile von unten: 8.0 kg Ammoiaksulfat statt 0.8 kg Ammoniaksulfat.

Seite 308. Siebzehnte Zeile von oben: **Lufteinlassen** statt **Canaleinläufen.**

Hygienisch-technische Massnahmen

zur

Verhütung und Beseitigung von ansteckenden Krankheiten, die mit dem Wasser und dem Boden im Zusammenhang stehen.

Von

Ingenieur **J. Brix**, Wiesbaden.

Einleitung.

Die hygienisch-technischen Massnahmen zur Verhütung uud Beseitigung solcher Infections-Krankheiten, die mit Wasser und Boden im Zusammenhange stehen, begreifen einerseits Vorkehrungen in sich, durch welche die Verunreinigung des Bodens vermieden wird, auf welchem unsere Häuser, Ortschaften und Städte aufgebaut sind, andrerseits Vorkehrungen, durch welche wir mit reinem Trink- und Gebrauchswasser versorgt werden.

Die Beschaffenheit des dem Boden entnommenen Trink- und Gebrauchwassers ist von dessen Reinheitsgrade in hohem Masse abhängig, da das durch unreine Bodenschichten sickernde Wasser die dort befindlichen gesundheitsschädlichen Stoffe in sich aufnimmt und sich ohne gut filtrierende Zwischenschichten derselben nicht schnell wieder entledigen kann. Bodenreinigungs- und Wasserversorgungssysteme stehen daher in enger Wechselbeziehung. Ja, sie ergänzen einander und erfordern sich gegenseitig. Nur ein vor Verunreinigungen gesicherter Boden giebt die Gewähr für die Reinheit des aus ihm entnommenen Wassers und nur eine ausreichende Wasserversorgung bietet das rationelle Mittel zur Förderung der allgemeinen individuellen Reinlichkeit und der Reinhaltung der Bodenflächen durch Besprengen und Abspülen der Strassen und Gehwege, durch Durchspülen der ober- oder unterirdischen Rinnsale für die verbrauchten Abwässer und durch Fortspülen der denselben übergebenen Abfallstoffe. Gleichwie jedes städtische Ableitungsnetz, mag es aus oberirdischen Strassenrinnen oder aus gedeckten Canälen bestehen, einer Wasserversorgungsanlage zu seiner gebotenen Reinhaltung bedarf, so muss für jede Wasserversorgung eine ausreichende Entwässerungsanlage zur Ableitung des verbrauchten Wassers geschaffen werden, wenn nicht die an sich segensreiche Zuführung reinen Wassers Anlass zu fortdauernder Bodenverunreinigung und schädlicher Bodendurchnässung geben soll.

Erster Abschnitt.

Verhütung von ansteckenden Krankheiten, die mit dem Wasser in Zusammenhang stehen, durch zweckentsprechende Wasserversorgung.

I. Über Wasserversorgung im Allgemeinen.

Das im Haushalte der Natur gebotene Wasser wird in vielseitiger Weise von uns verwendet. Wir verbrauchen dasselbe als Genussmittel, als Reinigungsmittel und zu den verschiedensten industriellen und gewerblichen Zwecken. Wir unterscheiden im Folgenden zwischen Trink- und Gebrauchswässern, und verstehen unter den letzteren alle Wässer, welche nicht zum Genuss des Menschen bestimmt sind.

A. Wasserbedarf.

Im Haushalt.

Die Menge, welche wir zum Trinken und zur Speisenbereitung, sowie zum Reinigen der Koch- und Essgeschirre thatsächlich brauchen, ist verhältnissmässig gering: 20—30 l reichen für den Kopf und Tag vollständig aus. Für Verbrauchszwecke sind nachstehende durchschnittliche Wassermengen ermittelt worden:

Für Hausreinigung und Wäsche auf den Kopf und Tag	10—15 l.
„ ein häusliches Wannenbad	380 „
„ „ „ Sitzbad	30 „
„ „ „ Brausebad	20—30 „
„ „ Pferd oder ein Stück Grossvieh	60 „
„ „ Stück Kleinvieh	8—12 „
„ einen qm einmaliger Garten-, Hof- u. Trottoirbesprengung	0,5—2 „
„ eine einmalige Closetspülung	5—6 „
„ „ intermittierende Pissoirspülung, auf die Stunde und den Stand berechnet	30—60 „

Wasserbedarf in	Schulen auf einen Schüler und Tag	2 l.
„ „	Kasernen „ „ Mann „ „	20 „
„ „	„ „ ein Pferd „ „	40 „
„ „	Kranken- und Versorgungshäusern auf den Kopf und Tag	50—300 „
„ „	Gasthöfen auf die Person und den Verpflegungstag	100—150 „
„ „	Badeanstalten für 1 Wannenbad	400—500 „
„ „	„ „ 1 Brausebad	40—90 „
„ „	Schlachthäusern auf das Stück geschlachteten Viehes	300—400 „
„ „	Markthallen auf den qm überdachter Standfläche	5 „
„ „	öffentlichen Pissoiren mit kontinuirlicher Spülung auf die Stunde und den Stand	100—200 „
Für einen Wagen (Abwaschen und Reinigen), auf den Tag		40 „
„ „ Luxuswagen desgl.		100 „

Bei Laufbrunnen u. Fontainen. Sehr grosse Mengen erfordert die Speisung von Lauf- und Springbrunnen: ein Laufbrunnen mindestens 1000 l täglich; Fontainen, von kleinen Anlagen abgesehen, in weiten Grenzen schwankend 4000 bis 60 000 l; sehr grosse Fontainen, wie diejenigen von Sanssouci, Schlossplatz in Stuttgart, place de la concorde in Paris, Kurhausfontaine zu Wiesbaden in der Stunde 200 000—500 000 l.

Zum Löschen von Bränden. Verhältnissmässig wenig Wasser erfordert das Löschen von Bränden. Bei kleinern Schadenfeuern beträgt der Wasserverbrauch selten mehr als 40 000 l, bei grössern Einzelbränden bis zu 80 000 l.

Zur Canalspülung. Die übliche Canalspülung, bei welcher die Canäle alle 4—8 Wochen durchspült werden, erfordert durchschnittlich 4—5 %, die Wasserclosets erfordern 10—12 % des gesammten Wasserbedarfs einer Stadt, *Zur Strassenbesprengung.* während die Strassenbesprengung an besonders heissen Tagen bis 15 % des täglichen Wasserverbrauchs, im Jahresmittel 2—3 % des Gesammtverbrauchs beansprucht.

Für die Industrie. Der industrielle Bedarf an Wasser ist ein sehr verschiedener und schwankt in deutschen Städten zwischen 5—80 % des Gesammtverbrauchs. Durchschnittszahlen lassen sich demgemäss nicht angeben. Beispielsweise nur sei erwähnt, dass für die Herstellung eines hl Bieres 300 l Wasser verbraucht werden. Auf die Pferdekraft und Stunde werden bei Hochdruckmaschinen 35 l Wasser gerechnet, während der Wasserbedarf für grosse Niederdruckmaschinen mit Condensation bis auf 800 l steigt.

Auf den Kopf u. Tag. Im Allgemeinen sind nach den statistischen Untersuchungen

auf den Kopf und Tag 120 l bei geringem industriellem Bedarf und 150 l unter gewöhnlichen Verhältnissen vollständig ausreichend.

Unnöthige Steigerung des Verbrauchs, wenn das Wasser nicht nach Mass abgegeben wird.

Hierbei sind selbstredend Wasservergeudungen, welche erfahrungsgemäss sowohl durch die Gepflogenheiten Einzelner, als auch bei allgemeinen Wasserversorgungsanlagen durch Abgabesysteme ohne Bezahlung bedingt werden, nicht berücksichtigt. Obwohl die obigen Angaben reichlich bemessen sind, kann bei allen Anlagen, bei deren Einrichtung der Konsument kein Interesse hat, darauf zu halten, dass Wasser nicht nutzlos vergeudet wird, der Verbrauch auf das Doppelte, ja unter Umständen das Dreifache steigen.

Beispiele des wechselnden Verbrauches in einigen Städten.

Es beträgt der mittlere Wasserverbrauch auf den Kopf und Tag:

für Berlin	62,27	l	(1891/92)
„ Stuttgart	91,1	„	(1890/91 ohne die öffentlichen Trinkbrunnen)
„ Wiesbaden	78	„	(1891/92)
„ Kiel	89	„	(1890/91)
„ Halle	95,7	„	(1891/92)
„ Wien	60,1	„	(1890).

An den Tagen des stärksten Verbrauches ergaben sich folgende Zahlen:

für Berlin	84,19	l	
„ Stuttgart	112,1	„	
„ Wiesbaden	109	„	
„ Kiel	116	„	
„ Halle	123	„	
„ Wien	90,5	„	(Angabe des Wiener Stadtbauamtes).

Wechsel des Wasserverbrauches innerhalb 24 Stunden.

Innerhalb 24 Stunden ist der Wasserbedarf ein ausserordentlich wechselnder. In den Nachtstunden von 12 bis 5 Uhr tritt das Minimum der Wasserabgabe ein. Von 6 Uhr Morgens ab beginnt die stärkste Abgabe und dauert bis etwa 12 Uhr. Während der Mittagszeit wird der Verbrauch etwas geringer. In den Nachmittagstunden steigt er wieder und steht im Sommer gegen denjenigen der Morgenstunden nicht zurück. Er fällt nach 6 oder 7 Uhr Abends ziemlich rasch bis zum Minimum nach Mitternacht.

Selbstredend verschiebt sich die Zeit des täglichen maximalen und minimalen Wasserverbrauchs etwas je nach den Lebensgewohnheiten in einer Stadt und je nach der Jahreszeit. Jedoch gelten für jede Stadt ziemlich feste Normen hierfür. Durchschnittlich beträgt die Abgabe in den Nachtstunden etwa die Hälfte der mittleren

Stundenabgabe, der höchste Tagesstundenverbrauch etwa das Doppelte derselben.

B. Herkunft des Wassers und dessen hierdurch bedingte Eigenschaften.

Die Deckung des Wasserbedarfs erfolgt entweder unmittelbar vom Regenwasser, oder durch Grund-, Quell-, Fluss- und Seewasser.

Regenwasser.

Das Regenwasser nimmt von der Atmosphäre Sauerstoff und Stickstoff bis zur Sättigung, sowie etwas Kohlensäure auf. In der Nähe von gewerblichen und industriellen Anlagen wird es oft stark verunreinigt durch Ammoniak, salpetrige Säure und Mineralsäure, welche dort in der Luft enthalten sind und vom Regenwasser aufgenommen werden. Letzteres reisst ausserdem die in der Luft befindlichen Staubkörperchen und Bakterien mit sich. Das Stadtregenwasser ist stets unreiner als das Landregenwasser. Das von den Dächern kommende Wasser ist besonders unrein, da es die auf denselben liegenden Staub- und Schmutzstoffe mit sich führt.

Schneewasser ist denselben Verunreinigungen ausgesetzt. Sowohl Regenwasser als Schneewasser sind zum unmittelbaren Genusse nicht brauchbar und bedürfen vor demselben einer ausreichenden Reinigung.

Grundwasser.

Das Grundwasser wird theils durch Kondensation der feuchten Grundluft, hauptsächlich aber durch die in den Boden eindringenden atmosphärischen Niederschläge gebildet. Beim Durchsickern des Bodens nimmt das Wasser einerseits lösliche Bestandtheile und Beimengungen desselben auf, andererseits unterliegt es der filtrierenden und oxydierenden Reinigungswirkung des Untergrundes. Durch undurchlässige Schichten wird das absickernde Wasser aufgehalten, und je nach der Oberfläche dieser Schichten bilden sich Grundwasserbecken oder Grundwasserströmungen, aus welchen durch Brunnenanlagen das Wasser entnommen werden kann.

Quellwasser.

Gelangt durch Bodenspalten, oder von geneigten undurchlässigen Schichten das Grundwasser zu Tage, so entstehen die Quellen.

Einfluss des Bodens auf Grund- und Quellwasser.

Sowohl Grundwasser im engeren Sinne, als auch Quellwasser sind betreffs ihrer Zusammensetzung von der Beschaffenheit des von ihnen durchzogenen Bodens abhängig.

Im Grundwasser gelöste Stoffe.

Man beobachtet nach Flügge im Grundwasser folgende Mengen gelöster Stoffe:

	Milligramme in 1 Liter		
	Minimum	Maximum in reinem Wasser	Maximum in abnormem Wasser
Summe der gelösten Bestandtheile	100	500	50 000
Organische Stoffe	0	40	1300
Dieselben verbrauchen Sauerstoff	0	2	65
Ammoniak	0	Spuren	130
salpetrige Säure (hauptsächl. Kaliumnitrit)	0	„	200
Salpetersäure (hauptsächlich Kaliumnitrat)	1	15	1300
Chlor (hauptsächlich Kochsalz)	4	30	900
Kalk	25	120	900
Magnesia	0	50	500
Schwefelsäure (hauptsächl. Calciumsulfat)	2	100	1000

ferner: Kalium, Natrium, Kieselsäure, Kohlensäure.

Stickstoff, aus der Atmosphäre herrührend, ist im Grund- und Quellwasser meist vorhanden, da derselbe durch den Boden wenig zurückgehalten wird.

Die im Wasser enthaltene Kohlensäure stammt zum Theil aus der Atmosphäre, zum grössten Theil aus den im Boden stattfindenden Zersetzungsvorgängen. In vereinzelten Fällen kommt Kohlensäure als Produkt unterirdischer Prozesse aus dem Erdinnern herauf.

Man unterscheidet gebundene, halb gebundene und freie Kohlensäure.

Gebunden ist die Kohlensäure im Wasser an die normalen Carbonate, halbgebunden ist die Hälfte der in den Bicarbonaten enthaltenen Kohlensäure, und unter freier Kohlensäure ist die im Wasser in Lösung befindliche zu verstehen.

Sehr wichtig ist der Gehalt an Calcium- und Magnesium-Verbindungen. Hiervon ist die Härte des Wassers abhängig; ein Wasser wird hart genannt, welches viel Calcium- und Magnesium-Verbindungen gelöst enthält, während im Gegensatz hierzu ein an diesen Verbindungen armes Wasser weich genannt wird. Härte des Wassers.

Durch den Gehalt an Bicarbonaten wird die vorübergehende Härte bedingt, — so genannt, weil sich durch Kochen oder auch nach längerem Stehen des Wassers ein Theil der Kohlensäure verflüchtigt und die dadurch aus den Bicarbonaten entstehenden einfachen Carbonate ausfallen und das Wasser weich zurücklassen, sofern nicht solche Kalk- und Magnesiasalze vorhanden sind, welche die bleibende Härte bewirken. Es sind dies die Sulfate, Nitrate und Chloride von Calcium und Mag- Vorübergehende Härte. Bleibende Härte.

Gesammthärte. nesium. Mit Gesammthärte wird die Summe der vorübergehenden und bleibenden Härte bezeichnet.

Deutsche, französische u. englische Härtegrade. Der Gehalt an Calcium- und Magnesiumsalzen wird durch Härtegrade ausgedrückt. Es wird mit deutschen, französischen und englischen Härtegraden gemessen. Ein deutscher Härtegrad entspricht einem Gehalt von einem Gewichtstheile Kalk oder Magnesia (Calciumoxyd oder Magnesiumoxyd) auf 100 000 Theile Wasser. Ein französischer Härtegrad bedeutet einen Gehalt von einem Theil Calciumcarbonat oder Magnesiumcarbonat in 100 000 Theilen Wasser. In England bezeichnet ein Härtegrad einen Gehalt von 1 Grain dieser Carbonate in 1 Gallone Wasser. Ein deutscher Härtegrad ist gleich $1_{,79}$ französischen und $1_{,25}$ englischen Härtegraden.

Nachtheile grosser Härte. Sehr hartes Wasser bringt Verdauungsstörungen hervor und ist zum Kochen mancher Speisen — Hülsenfrüchte, Thee, Kaffee — nicht geeignet, weil Bestandtheile dieser Nahrungsmittel mit den Kalksalzen unlösliche Verbindungen eingehen. Ferner ist der durch den ausgefällten Kalk in den Kochgeschirren sich bildende Niederschlag störend.

Beim Waschen mit hartem Wasser wird eine sehr grosse Menge von Seife verbraucht, weil die Fettsäuren der Seifen mit dem Calcium und Magnesium Verbindungen eingehen.

Eisengehalt. Beim Grundwasser kommt es nicht selten vor, dass Eisen in demselben enthalten ist. Das Eisen ist alsdann meist in Gestalt von Eisenoxydulverbindungen vorhanden. Beim Stehen des Wassers an der Luft oder beim Erhitzen desselben wird das Eisen in braunen Flocken von Eisenoxydhydrat abgesetzt, wodurch das Wasser ein schlechtes Aussehen bekommt und für Waschzwecke unbrauchbar wird.

Fluss- und Seewasser. Die Flüsse, Bäche und Landseeen haben im Allgemeinen weicheres Wasser als Quell- und Grundwasser, da ersteres infolge der steten Berührung mit der äusseren Luft Kohlensäure in grösserem Massstabe verliert und hierdurch ein Theil der Kalksalze ausgefällt wird. Die Zusammensetzung des Fluss- und Seewassers ist je nach der Entstehungsweise, den seitlichen Zuflüssen, sowie je nach Jahreszeit und dem Wasserstand eine sehr verschiedene.

Notwendigkeit der Filtration. Wenn es auch als zutreffend erachtet werden muss, dass das Wasser von Oberläufen der Flüsse, deren Ufer unbewohnt sind, und Wasser von Bergseeen und einzelnen grösseren Gebirgsseeen rein und zu Genusszwecken sofort brauchbar ist, so muss doch als Regel angenommen werden, dass Fluss- und Seewasser stets einer besonderen künstlichen Reinigung (Filtration) bedarf, um es für den menschlichen Haushalt benutzen zu können.

Das Meerwasser kommt wegen seines hohen Salzgehaltes — etwa 3⁰/₀ — als Trinkwasser nicht in Betracht. Uebrigens kann es, mangels jeden anderen Süsswasserbezuges, — durch Destillation geniessbar gemacht werden, wie dies auf Schiffen in gewissen Fällen geschehen muss. Meerwasser.

Am Besten geeignet für Wasserversorgungen in gesundheitlicher Hinsicht erscheint das den tieferen Bodenschichten entstammende Grund- und Quellwasser, weil dieses Wasser erfahrungsgemäss bakterienfrei ist. Das für Wasserversorgungen geeignetste Wasser.

Wasserversorgungen aus offenen Wasserläufen sind stets mit Gefahr für die Gesundheit verknüpft und nur die vollkommensten Filteranlagen, die strengste Beaufsichtigung des Betriebes derselben und eine technisch einwandsfreie Handhabung des letzteren sind im Stande, diese Gefahr auf ein zulässiges Minimum herabzumindern.

C. Anforderungen an das Wasser.

I. An das Trinkwasser.

Die Anforderungen, welche an ein gutes Trinkwasser gestellt werden müssen, sind die nachfolgenden.

In erster Linie muss das Wasser für die menschliche Gesundheit absolut unschädlich sein. Hiernach darf es vor allem keinerlei pathogene Microorganismen enthalten, mit deren Anwesenheit eine unmittelbare Infektionsgefahr verbunden ist. Bacterien.

Gesundheitsschädlich wird das Wasser ausserdem durch den Gehalt an metallischen Giften, insbesonders Blei und Arsen, und durch eine über 25 deutsche Härtegrade hinausgehende Härte. Metallische Gifte. Härte.

Die zweite Hauptforderung an ein gutes Trinkwasser ist diejenige des Wohlgeschmacks und der Appetitlichkeit. Hiernach muss das Wasser geruchlos, klar und farblos sein und einen erfrischenden Geschmack besitzen, derart dass auch bei Erwärmung keinerlei fader, fauliger oder sonst unangenehmer Geschmack auftritt. Wohlgeschmack.

Die Temperatur des Wassers soll nicht unter 7 und nicht über 11 Grad betragen. Endlich darf das Wasser keinerlei Boden entstammen, der mit Abfallstoffen des menschlichen Haushaltes verunreinigt ist. Der Gehalt des Wassers an organischen Stoffen, sowie an Chloriden, Sulfaten und Nitraten soll möglichst gering sein. Ebenso ist jedes Wasser mit Ammoniakgehalt von der Benutzung auszuschliessen. Temperatur.

Eine eingehendere Beurtheilung des Werthes und die Eignung

eines bestimmten Wassers als Genusswasser wird Hafenarzt Nocht in besonderer Arbeit liefern.

2. Anforderungen an das Gebrauchs- oder Nutzwasser.

Geringe Härte nothwendig.

Während beim Trinkwasser eine mässige Härte nicht allein zulässig ist, sondern mit Rücksicht auf die Bekömmlichkeit des Wassers sogar als vortheilhaft bezeichnet werden muss, ist für die Gebrauchswässer eine möglichst geringe Härte erwünscht und für bestimmte Zwecke, insbesondere zur Kesselspeisung und bei manchen Gewerbebetrieben, nothwendig.

Zulässigkeit geringerer Anforderungen als beim Trinkwasser.

Die Gebrauchswässer, soweit Spülwasser für Canäle und Closets, Giesswasser für Gärten und Strassen, und Waschwasser in Betracht kommen, brauchen den Anforderungen, die beim Trinkwasser betreffs des Geschmacks gestellt werden, selbstverständlich nicht zu genügen. Vom hygienischen Standpunkt aus sind aber an die Gebrauchswässer, ausgenommen vielleicht das Canal- und Closetspülwasser, mit Rücksicht auf die auch bei ihnen immerhin vorliegende Verbreitungs- und Uebertragungsgefahr pathogener Keime, die für das Trinkwasser massgebenden übrigen Anforderungen zu stellen, wenn auch je nach den örtlichen Verhältnissen die Grenzzahlen für die im Wasser enthaltenen Stoffe im Gegensatz zum Trinkwasser weiter hinausgerückt werden können.

Unmittelbare Entnahme von Flusswasser in epidemiefreien Zeiten.

Es wird beispielsweise in epidemiefreien Zeiten das bei Städten für Spülung und Begiessung erforderliche Wasser ohne Weiteres den Flüssen zum unmittelbaren Gebrauche entnommen werden können, sofern deren Verunreinigungsgrad nicht ein über das gewöhnliche und der sinnlichen Wahrnehmung nicht auffällige Mass hinausgehender ist. —

In den nachfolgenden technischen Darstellungen der Wasserversorgungsanlagen wird ein Unterschied zwischen Trink- und Brauchwasser nicht mehr gemacht werden, da die Einrichtungen und die Konstruktionen der Nutzwasseranlagen im Allgemeinen die gleichen sind, wie die für Trinkwasser. In der Regel hat ja eine Versorgungsanlage sowohl das Trink- als das Brauchwasser zu liefern und es ist eine solche einheitliche Wasserversorgung auch in erster Linie stets anzustreben und wenn nur irgend möglich, durchzuführen. Freilich tritt in der Praxis öfter der Umstand ein, dass das Wasser infolge der örtlichen Verhältnisse nicht in solcher Menge zur Verfügung steht, dass es für alle Bedürfnisse ausreichend ist. Auch gestaltet sich unter Umständen die Sachlage so, dass es mit angemessenen Mitteln noch gelingt, die nöthige Trinkwassermenge zu

Einheitliche Wasserversorgung in erster Linie zu erstreben.

beschaffen, während sich bei Vermehrung der Wassermenge die Kosten für den Einzelnen oder die Gemeinden ins Unerschwingliche steigern würden. Auch die Erweiterung von bestehenden Wasserwerken, welche bei grösserer Bevölkerungszunahme nicht mehr den erforderlichen Gesammtbedarf zu decken vermögen, stösst des Oefteren auf unüberwindliche, technische und finanzielle Schwierigkeiten.

In derartigen Fällen ist es am Platze, den Bedarf an Gebrauchswasser anderweitig durch minder vollkommenes Wasser zu decken, um das zur Verfügung stehende, allen hygienischen Ansprüchen genügende Wasser in sets ausreichender Menge seinem höheren Zwecke, dem menschlichen Genusse, ungeschmälert zu erhalten. Und so sehen wir denn thatsächlich von der Wasserversorgung des einzelnen Hauses an, bis zu den Wasserwerken grosser Städte nicht selten einen getrennten Bezug des Wassers im Gebrauch. Fälle bei welchen getrennte Wasserversorgung gerechtfertigt ist.

Der Besitzer des einzeln stehenden Hofes, dem seine Quelle oder sein Pumpbrunnen das zum Trinken ausreichende Wasser eben noch liefert, stellt Regenfässer auf und baut Cysternen, in welchen er das von den Dächern seines Anwesens abfliessende Meteorwasser zum Gebrauche ansammelt; oder auch er schöpft sich das Wasser aus dem nahen Bache, gleichwie die Insassen derjenigen kleineren Gemeinden, die es unter grösster Anspannung ihrer Finanzkraft nur dahin gebracht haben, das für Genuss- und Kochzwecke nothwendigste Wasser durch geordnete Anlage sich zu beschaffen.

Wir sehen auch, dass sich grössere Städte, wie z. B. Frankfurt a. M., besondere Nutzwasserwerke beschafft haben, deren Wasser nur zu Spül-, Giess- und Sprengzwecken gebraucht, und wie dadurch erreicht wird, dass die allen gesundheitlichen Anforderungen entsprechende Wassermenge für den Bedarf an Genusswasser jederzeit ausreicht.

II. Die Wasserversorgungsanlagen.

Als Wasserversorgung bezeichnen wir die Summe aller derjenigen Einrichtungen, durch welche sowohl für den Einzelnen als für eine Gemeinde der nöthige Wasserbedarf durch Gewinnung und Zuleitung des Wassers verschafft wird. Als Einzelversorgung werden hierbei solche Einrichtungen bezeichnet, die einem oder wenigen zusammengehörigen Häusern Wasser liefern, während mit allgemeiner Wasserversorgung solche Anlagen bezeichnet werden, Einzelversorgung. Allgemeine Versorgung.

welche eine Gemeinschaft von mehreren Gebäuden — das sind: Gutsbezirke, Dörfer, Märkte, kleinere und grössere Städte — mit Wasser versorgen.

Vortheile der centralen Versorgungsanlagen.

Die gemeinschaftlichen — centralen — Wasserversorgungsanlagen haben vor den Einzelversorgungen grosse Vortheile voraus.

Stetigkeit der Versorgung.

Die Stetigkeit der Versorgung ist bei einem allgemeinen Betrieb mehr gesichert, als bei der Einzelanlage, welche vielerlei zufälligen Einflüssen bei im allgemeinen weniger sachverständiger Ueberwachung ausgesetzt ist.

Druckhöhe.

Grössere Druckhöhen, welche die Anlage von wirksamen Löscheinrichtungen und die Entnahme grösserer Wassermengen innerhalb kurzer Zeit ermöglichen (behufs rationeller Durchführung der Strassenbesprengung und der Canalspülung), sind nur mit verhältnissmässig grossem Kostenaufwand und nur bei allgemeinen Versorgungsanlagen zu erreichen.

Die Güte des Wassers ist bei Einzelversorgungen mehr der Gefahr öfterer Schwankungen ausgesetzt als bei allgemeiner Versorgung.

Infectionsgefahr.

Insbesondere ist die Verunreinigung und die Infection des Wassers mit Krankheitsstoffen bei der letztgenannten Versorgungsweise, deren Wasser meist solchen Stellen entnommen wird, welche von menschlichen Niederlassungen entfernt liegen, viel weniger möglich als bei den Einzelanlagen. Die Ueberwachung und damit die Erhaltung des ungestörten Betriebes ist bei allgemeinen Versorgungsanlagen für hunderte und tausende von Häusern mit einem verhältnissmässig geringen Aufwand von geschulten Hilfskräften durchzuführen, während durch die Ueberwachung der Einzelanlagen nur die Kräfte zerplittert werden.

Verhältnissmässig geringe Kosten.

Bezüglich der Kosten der Anlagen und des Betriebes gilt auch bei den Wasserversorgungen die Regel, dass der Grossbetrieb sich bedeutend günstiger als der Kleinbetrieb stellt.

Es ist bereits bemerkt worden, dass die Wahrscheinlichkeit der Infection des Wassers bei den Einzelversorgungen eine viel grössere ist als bei den allgemeinen Anlagen. Während bei letzteren aus einer Quellenfassung, aus einer oder nur wenigen Brunnenanlagen eine Bevölkerung von beispielsweise 50 000 Einwohnern mit Wasser versorgt wird, würden bei Einzelversorgungen für dieselbe Einwohnerschaft 300—500 Pump-Brunnen vorhanden sein. Diese Brunnen würden im günstigsten Falle nur bei ihrer Herstellung unter technischer oder polizeilicher Ueberwachung gestanden haben.

Ungenügende gesundheitstechnische Ueberwachung der Einzelbrunnen.

Eine regelmässig erfolgende gesundheitstechnische Untersuchung der Einzelbrunnen findet dagegen unseres Wissens in ganz Deutschland nicht statt. Höchstens kommt es vor, dass gelegentlich einzelner Typhus-

erkrankungen der beamtete Arzt die in der Nähe des Infectionsheerdes befindlichen Brunnen einer Revision unterzieht.

Von technischer Seite findet eine Untersuchung der Brunnen nur auf Anrufen der Eigenthümer derselben statt, wenn an dem Brunnen irgend ein Gestänge, ein Ventil etc. Schaden gelitten und deshalb die Wasserförderung beeinträchtigt ist. Der hierzu berufene Techniker, oder wie dies meistens der Fall ist, Handwerksmann, wird nach Behebung des Schadens wieder seiner Wege gehen, wäre aber selbstverständlich in den meisten Fällen auch gar nicht im Stande, zu beurtheilen, ob dem Brunnen ein sanitärer Mangel anhaftet.

Der Chemiker oder Bakteriologe wird, solange das Wasser wohlschmeckend und klar erscheint, vom Besitzer des Brunnens wohl nie gerufen. Es existiert auch kein Gesetz, wonach das Wasser von Brunnen einer regelmässigen chemischen oder bakteriologischen Untersuchung unterworfen und darüber an eine Aufsichtsstelle berichtet werden muss.

Von einem wirklich sachverständigen Gesundheitsingenieur, welcher beurtheilen kann, inwieweit das Grundwasser, aus welchem gepumpt wird, an sich, vermöge seiner Tiefe und seines Strömungsverlaufes, vor Infection geschützt erscheint; inwieweit in nächster Nähe des Brunnens durch undichte Ablaufcanäle, Abtrittsgruben, Düngerstätten, Schmutzwasserabläufe und dergleichen eine Verunreinigung des Brunnenwassers entstehen kann, und inwieweit die Construction des Brunnens selbst die Möglichkeit zeigt, auf irgend einem Wege eine Infection des Brunnenwassers von der Oberfläche aus zu bewirken, welcher ferner die so nothwendige bakteriologisch-chemische Untersuchung des Brunnenwassers veranlasst und deren Resultate seinen Untersuchungen zu Grunde legt, — nach diesen Richtungen werden die Einzelbrunnen nur selten untersucht.

Einzelversorgungen können eine dauernde Infectionsgefahr bilden.

Sofern daher nicht bei Einzelanlagen ein von allen äusseren Einflüssen unbeeinträchtigtes Wasser entnommen wird und von der Empfangsstelle aus vermöge einer musterhaften Construction jede Verunreinigung des Wassers mit den Trägern der Infectionskeime ausgeschlossen ist, bilden die Einzelversorgungen eine stete Infectionsgefahr, so dass Hausepidemien entstehen und sich zu allgemeinen Seuchen ausdehnen können.

Die allgemeinen Versorgungen, bei welchen nicht wie bei den Einzelanlagen Mangel an geeignetem Personal und die Kostenfrage die Ursache dafür werden, dass eine dauernde sachverständige Ueberwachung unterlassen wird, bilden demgemäss ein geeignetes Kampfmittel gegen Epidemien.

Die bei allgemeiner Versorgung leichter zu erreichende sachverständige richtige Anlage und Betriebsüberwachung.

Nirgends zwar werden ungenügendes hygienisches und technisches Wissen, Sorglosigkeit und Vertrauensseligkeit mehr bestraft als bei Anlage und Betrieb allgemeiner Wasserversorgungen. Man muss annehmen, dass eine einmalige Infection durch pathogene Keime unter geeigneten Bedingungen ausreicht zur Bildung eines sich über den ganzen Bereich der Wasserleitung ausbreitenden Seuchenherdes, so dass explosionsartig auftretende, sich auf das ganze Wasserversorgungsgebiet ausdehnende Krankheitsepidemien entstehen können. Es ist aber klar, dass derartige, durch die centralen Anlagen unter Umständen entstehende Epidemien denselben ihre allgemeine Eigenschaft als Seuchen-Kampfmittel nicht schmälern können, sondern nur die dringende Aufforderung enthalten, für die gerade bei allgemeinen Wasserversorgungen leichter zu erzielende sachverständige Anlage und Ueberwachung des Betriebes peinlichste Sorge zu tragen. Die allgemeine Wasserversorgung sollte also gegenüber den Einzelversorgungen, wo irgend angängig, die Regel bilden.

Gesetzliche Sicherung stets unschädlichen Wasserbezuges eine Nothwendigkeit für die Bekämpfung der Infectionskrankheiten.

Es ergiebt sich aus vorstehender Darlegung, dass bei Einführung gesetzlicher Massnahmen zur Verhütung der Entstehung und Verbreitung von Infections-Krankheiten ein Hauptaugenmerk auf die Sicherung stets unschädlichen Wasserbezuges zu richten ist. Es sollte zum allermindesten gesetzliches Erforderniss werden, dass das Wasser jeder allgemeinen Versorgung in öfteren Zwischenräumen einer bakteriologischen und chemischen Untersuchung unterworfen und hierüber gesundheitstechnischen Centralstellen berichtet wird, welche am besten dem Reichs-Gesundheitsamt unterzuordnen wären. Ausserdem sollte von Zeit zu Zeit eine eingehende technische Revision jeder Wasserversorgungsanlage (etwa alle 2 Jahre) stattfinden und über das Resultat derselben gleichfalls an die genannten Centralstellen berichtet werden. Von diesen wären sämmtliche eingehende Anträge und Berichte einer sachverständigen Beurtheilung zu unterziehen und die hiernach gebotenen Massnahmen, unter eventueller Mitwirkung der Polizeibehörden, vorzuschreiben und zur Durchführung zu bringen.

Gesundheitstechnische Centralstellen.

Der all diesen Centralstellen (Gesundheitsämtern) übergeordneten Behörde (Reichs-Gesundheitsamt) wird es obliegen, allgemeine Grundsätze und eingehende Vorschriften für die Dienstführung nach der Richtung hin zu geben, dass in den betreffenden Amtsstellen alle Untersuchungen und Arbeiten in einheitlicher Weise zur Ausführung kommen und somit die geleisteten Arbeiten und erzielten Resultate des gegenseitigen Vergleiches fähig sind und die Grundlage bilden können für weitere Fortschritte auf dem Gebiete der Volksgesundheitspflege.

Von den Gesundheitsämtern würde insbesondere auch darauf hinzuwirken sein, dass auch kleinere Orte in den Besitz allgemeiner Wasserversorgungsanlagen gelangen. Es ist in dieser Hinsicht höchst wünschenswerth, dass Gemeinden, welche einer allgemeinen Wasserversorgungsanlage noch entbehren, und deren Mittel die zu erstrebende Heranziehung erfahrener Spezialtechniker nicht gestatten, durch Vermittelung und auf Grund der Berichte der genannten Gesundheitsämter eine staatliche Unterstützung in der Weise zu Theilt werde, dass die Wasserversorgungs-Projecte den Gemeinden unentgeltlich aufgestellt und auch die Bauleitung und Bauführung bei der Ausführung der Anlagen staatlicherseits besorgt werden. Jedenfalls aber sollten alle Projecte, abgesehen vielleicht von denjenigen grösserer Städte, einer einheitlichen, technischen staatlichen Begutachtung auf ihre hygienische Seite hin unterzogen werden.

Staatliche Förderung des Wasserversorgungswesens.

Es sei in dieser Hinsicht auf Bayern und Württemberg verwiesen, in welchen Staaten zu diesen Zwecken je ein besonderes technisches Bureau für Wasserversorgungen bereits seit längerer Zeit besteht.

A. Die Einzelwasserversorgungen.

Bei den Einzelwasserversorgungen ist die Wasserentnahmestelle in den meisten Fällen unmittelbar nächst der Wassergewinnungsstelle gelegen, da die Anlage einer besondern Zuleitung nach dem Hause und dem Hausinneren, mit oder ohne Wasserbehälter, meist mit unverhältnissmässig hohen Kosten verbunden ist. Ferner liegt es im Bestreben des Einzelnen, den Wassergewinnungsort so nahe als möglich bei und, wenn irgend angängig, in seinem Anwesen zu haben. Das ist für Häuser in Ortsberingen sogar eine Nothwendigkeit, da die einzelnen Häuser meist allseitig von fremdem, bebautem Eigenthum eingeschlossen sind, auf welchem die Durchführung von Leitungen oft genug unstatthaft sein wird.

Wassergewinnungs- und Entnahmestellen.

Deshalb kommt für die Einzelwasserversorgungen der Fall selten vor, dass die Wassergewinnungsstelle hoch genug läge, um das Wasser mit natürlichem Druck in alle Stockwerke der Häuser fliessen zu lassen.

Um Letzteres zu erreichen, bedürfte es daher in der Regel besonderer Pumpen, welche das Wasser nach einem, in Dachhöhe des Hauses in oder ausserhalb desselben belegenen Behälter pumpen, von welchem aus das Wasser durch eine in die einzelnen Stockwerke führende Leitung im Hause zur Vertheilung gelangt. Derartige Anlagen sind, obwohl sie sich in Verbindung mit einer zur Grundwasserentnahme dienenden Pumpe verhältnissmässig einfach gestalten, kostspielig und erfordern mehr Ueberwachung. Sie sind deshalb nur

Hochbehälter.

vereinzelt anzutreffen und werden in Nachstehendem nicht behandelt werden, schon um desswillen, weil sie bei sorgfältiger und zweckdienlicher Ausführung mit den bei allgemeinen Wasserversorgungsanlagen üblichen Einrichtungen, welche noch besonders beschrieben werden, identisch sind.

I. Regenwasser.

Allgemeines.

Die naheliegendste Art, in Ermangelung von Quellen sich mit Wasser zu versorgen, ist das Ansammeln von Regenwasser. Das von den Dächern und anderen abgeschlossenen Flächen abfliessende Regenwasser wird hierbei in Fässern oder Cysternen aufgefangen und in denselben zum Gebrauche aufbewahrt. Weil das Regenwasser, besonders zu Beginn eines Regenfalles, stets durch Staub, sowie durch den Schmutz der Hausdächer nicht unwesentlich verunreinigt ist, so sind diese Verunreinigungen nebst den darin enthaltenen Krankheitskeimen vor dem Gebrauche dieses Wassers aus demselben zu entfernen. Da das sehr weiche Regenwasser nicht wohlschmeckend ist und sich somit zum Trinken weniger eignet, so wird dasselbe meist nur zum Gebrauche als Wasch- und Giesswasser gesammelt. Für diese Zwecke leistet es allerdings vorzügliche Dienste. Es giebt aber genug Fälle, bei welchen man auch zum Trinken auf Regenwasser angewiesen ist, weil es an jeder anderen Gelegenheit der Wasserbeschaffung fehlt. Hierbei muss aber unbedingt das Wasser vor dem Gebrauch durch Ablagerung und Filtration einer Reinigung unterzogen werden. Die Aufbewahrung des Wassers hat ferner so zu geschehen, dass es kühl bleibt und gegen Verunreinigung von aussen gesichert ist.

Regenfässer.

Den zuletzt genannten Forderungen können die Regenfässer nicht genügen. Dieselben sind deshalb ausschliesslich für die Aufbewahrung des nicht zum Genusse bestimmten Regenwassers zu verwenden. Das Regenfallrohr des Daches wird direkt in das zugehörige Fass eingeführt und ist meist mit einer einfachen Ausschalt- oder Ueberlaufvorrichtung versehen. Die Fassconstruction unterscheidet sich von der anderer Fässer nicht. Auf einen dicht abschliessenden Deckel sowie die Aufstellung des Fasses an einem kühlen schattigen Ort ist besonderer Werth zu legen. Bei Ortsepidemieen ist von der Verwendung des Wassers aus Regenfässern auch zu Waschzwecken thunlichst Abstand zu nehmen.

Regencysternen.

Soll das Regenwasser als Trinkwasser Verwendung finden, so sind zu dessen Ansammlung und Reinigung ausschliesslich Cysternen anzuwenden. Durch sie wird der Forderung, dass aufgespeichertes

Wasser dem Licht und der Wärme zu entziehen ist, um die Entwickelung pflanzlicher und thierischer Lebewesen zu hindern, am Besten erfüllt, und durch sie ist es möglich, das Wasser auch gegen sonstige äussere Einflüsse genügend zu schützen. Ausserdem lassen sich die nothwendigen Reinigungs- und Filtrationseinrichtungen für das Wasser mit den Cysternen in constructiv guter Weise zweckmässig verbinden.

Ihre Herstellungsweise.

Die Cysternen sind in gutem, dichtem Mauerwerk herzustellen, zu überwölben und das Gewölbe mit reinem Grunde in einer Stärke von mindestens 1 m zu überdecken. Die für jede Cysterne nothwendige Einsteigöffnung ist mit doppelten Deckeln oder Thüren zu schliessen und dafür Sorge zu tragen, dass keinerlei Wasser von aussen her durch die Abdeckungen eindringen kann. Es ist zu empfehlen, den Zwischenraum zwischen beiden Abschlüssen auf etwa 1 m zu bemessen und mit reinem Sande auszufüllen. Jede Cysterne ist mit einem Ueberlauf zu versehen, der so anzuordnen ist, dass jede unmittelbare Verbindung des Cysterneninnern mit dem Untergrund, mit der äusseren Luft oder gar mit Abflusskanälen vermieden ist. Derselbe wird daher zweckmässig mit einem, durch Cysternenwasser gebildeten Wasserabschluss versehen und darf keinesfalls dem Rückstau aus Wassergräben oder Canälen ausgesetzt sein.

Entnahme des Wassers aus denselben.

Das Entnahmerohr, welches entweder zu einer Pumpe, oder bei günstiger Höhenlage der Cysterne zu einer Zapfstelle führt, ist nach allen Seiten dicht umschlossen aus der Cysterne herauszuführen, damit nicht, dem Laufe desselben folgend, von aussen her unreine Stoffe in den Cysternenraum eindringen können. Die Entnahme des Wassers aus den Cysternen mittelst Pumpeinrichtung sollte die Regel bilden. Das Schöpfen des Wassers ist zu verwerfen, einerseits wegen der hierdurch in der Cysterne hervorgerufenen Wasserbewegungen, welche Trübungen bewirken können, andererseits aber, weil durch die stets offene Halsöffnung, durch welche die Eimer ein- und ausfahren, das Cysternenwasser vor Verunreinigungen nicht geschützt ist, auch dann nicht, wenn diese Oeffnung zu Zeiten, in welchen keine Wasserentnahmen stattfinden, mittelst Deckels verschlossen wird. Ebenso sind alle diejenigen Cysternen nicht geeignet, gesundheitsdienliches Trinkwasser zu liefern, deren Auffangflächen vor Verunreinigungen, insbesondere durch menschliche und thierische Abfallstoffe, nicht genügend geschützt sind. Dächer, auf welche zu bewohnten Räumen gehörige Fenster hinausgehen, Höfe, Strassen und dem Verkehr dienende Plätze sind daher zum Auffangen des für Cysternen bestimmten Regenwassers ungeeignet. Bevor das Regenwasser in die Cysterne kommt,

Pumpen. Schöpfen. Auffangflächen sind vor Verunreinigung zu schützen.

Vorkammer zur Sinkstoffablagerung.

empfiehlt es sich, dasselbe eine Vorkammer durchlaufen zu lassen, in welcher sich seine gröbsten Sinkstoffe ablagern.

Cysternen mit besonderem Filterraum.

Je nach der Einrichtung für die Filtration des Wassers sind zweierlei Cysternen zu unterscheiden: nämlich die Cysternen mit besonderem Filterraum und diejenigen Cysternen, bei welchen, wie dies meist in Amerika gebräuchlich ist, das Entnahmerohr mit einem künstlichen Filter umgeben ist. Im ersteren Falle gelangt das Zulaufwasser zunächst in einen mit feinem Sand ausgefüllten besonderen Raum, welchen es entweder von unten nach oben oder in umgekehrter Richtung langsam durchfliesst, um so gehörig rein filtriert in den Cysternen-Sammelbehälter zu gelangen. Bei dem Durchfluss von unten nach oben gestaltet sich die Anordnung der Cysternenanlage ziemlich einfach, indem Sand von gleichmässig feiner Korngrösse verwendet werden kann, ohne dass ein Einschwemmen von Sand aus dem Filter in die Vorrathskammer zu befürchten wäre, da das filtrierte Wasser durch Ueberlaufrohre oder einen Ueberlaufschlitz, welche über der Sandoberfläche liegen, in den Sammelraum gelangt. Ist dagegen die Bewegung des zu filtrierenden Wassers eine abwärts gerichtete, so ist dafür Sorge zu tragen, dass unter der die eigentliche Filtrierung bewirkenden, etwa 1 m hohen, sehr feinkörnigen Sandschicht gröbere Sand- und Kiesschichten in der Weise angeordnet sind, dass die Theilchen der oberen Schichten durch die unteren am Durchfallen gehindert werden, und so durch die am Boden der Cysternenkammer angebrachten Schlitze kein Sand durch das austretende Wasser mitgerissen werden kann.

Cysternen mit Filtervorrichtung am Entnahmerohr.

Das Entnahmerohr soll bei diesen Cysternen mindestens 0,5 m über der Sohle das Wasser absaugen, um etwaigen Bodensatz vom geförderten Wasser auszuschliessen.

Bei den amerikanischen Cysternen mündet das zufliessende Wasser entweder unmittelbar in den Cysternenraum ein, oder erst, nachdem es seine gröberen Bestandtheile in einer Vorkammer abgesetzt hat. Das eingeführte Saugrohr ist mit einem Filterkorb umgeben. Letzterer ist mit Sand derart ausgefüllt, dass die Korngrösse von aussen nach innen zunimmt, was sich beim Einfüllen durch Einstellen von cylindrischen Blechhülsen leicht erreichen lässt. Die äussere Korbwand besteht aus einem gelochten Bleche, welches mit einem sehr feinen Drahtgewebe ausgefüttert ist. Um den Eintritt des Wassers in das Saugrohr zu ermöglichen, ist dasselbe mit Schlitzen versehen. Saugrohr und Filterkorb können durch eine im Gewölbe der Cysterne ausgesparte Oeffnung leicht herausgezogen werden, um die von Zeit zu Zeit erforderliche Erneuerung des Filtermaterials

bewerkstelligen zu können. Da bei dieser Art der Einrichtung der Cysternenraum in besonders hohem Maasse als Abklärungsbehälter zu wirken hat, so darf der Eintritt des Wassers in das Filter erst über der für den Schlammabsatz reservierten Tiefe erfolgen.

Alle Cysternenräume sind mindestens einmal im Jahre einer gründlichen Reinigung zu unterziehen. Das Filtermaterial ist in geeigneten Zwischenräumen, in der Regel jährlich einmal, zu erneuern. Nothwendigkeit der jährlichen Reinigung.

Gut construierte und unterhaltene Cysternen sind vollständig im Stande, ein für Trinkzwecke geeignetes, wenn auch nicht besonders wohlschmeckendes Wasser zu liefern. Die amerikanischen Cysternen besitzen vor den anderen den Vorzug der bequemen Erneuerung des Filtermateriales, leiden aber an dem Nachtheil, dass die filtrierende Sandschichte nur eine geringe Dicke hat, und dass infolgedessen eine keimdichte Filtration mit Sicherheit nur auf kürzere Frist erreicht werden kann.

2. Grundwasser.

Das Grundwasser wird durch Brunnen erschlossen, welche in der Regel auf dem mit Wasser zu versorgenden Grundstück selbst angelegt werden. Die Gefahr der Verunreinigung, der Infection, ist daher von oben her eine sehr grosse und die Vorsichtsmassregeln dagegen sind besonders gründlich und sicher zu treffen. Brunnen.

Von Abtritts-, Dünger- und Jauchegruben, von Müll- und Schmutzwassergruben, sowie von sonstigen Abfalllagerstätten müssen die Brunnen eine Entfernung von in der Regel 5 m besitzen. Ausnahmsweise müssen bei stark durchlässigem Boden noch grössere Entfernungen gefordert, und können bei dichtem Thon oder Lehm solche bis zu 3 m noch für zulässig erachtet werden. Allgemeine technische Vorschriften für die Anlage von Brunnen.

Da in der Nähe von menschlichen Wohnungen von der Oberfläche aus stets Bodenverunreinigungen eintreten können und erfahrungsmässig die Bakterien in die Erdschichte bis zu 4 m Tiefe eindringen, so müssen die Brunnen mindestens 4, besser 5 m tief sein, d. h. es darf aus Grundwasserschichten, deren Spiegel nicht mindestens 4 m vom Boden abgesenkt ist, kein Wasser entnommen werden. In der Regel ist deshalb die erste Grundwasserschicht und damit eine wasserundurchlässige Erdschichte durch die Brunnenanlage zu durchbrechen und die hierauf folgende zweite Grundwasserfläche dienstbar zu machen.

Die peinlichste Aufmerksamkeit ist darauf zu richten, dass von der Wasserentnahmestelle aus keinerlei Abwasser wieder in den Brunnen zurückfliessen kann. Alles gepumpte und nicht verbrauchte

Abwasser ist daher durch wasserdichte Rinnen oder Canäle abzuleiten. Auch empfiehlt es sich, die über Brunnen und nächst Brunnenausläufen befindlichen Bodenflächen durch gutes Pflaster abzudichten und diesem eine vom Brunnen aus nach allen Seiten abfallende Neigung zu geben.

Man unterscheidet betreffs der Constructionsart der Brunnen Schacht- und Kesselbrunnen, Röhren- oder abessynische Brunnen und artesische Brunnen.

Kesselbrunnen.

Die Kesselbrunnen bestehen aus einem gemauerten runden oder viereckigen, von der Erdoberfläche bis in die Grundwasserschicht hinabgehenden Schacht, in welchen durch im Mauerwerk angebrachte Schlitze das Grundwasser eintritt. Wie bei den Cysternen, sind auch hier offene oder auch zeitweilig zugedeckte Schächte, woraus mittelst Zugeimern geschöpft wird, vollständig zu verwerfen, da das Wasser solcher Brunnen gegen zufällige Infectionen in keiner Weise geschützt ist. Das Wasser aus den Brunnen ist daher stets zu pumpen. Wie bei den Cysternen, darf auch hier das Saugrohr nicht bis auf den Grund des Brunnenschachtes herabgehen, es ist einen halben bis zwei Meter von der Sohle entfernt zu halten, damit etwaige Unreinigkeiten sich ruhig zu Boden setzen und beim Pumpen nicht aufgewirbelt werden können.

Das Mauerwerk des Brunnenschachtes ist unter Verwendung von Cement- oder hydraulischem Mörtel möglichst undurchlässig herzustellen. Die Aussenfläche des Schachtmantels ist 2—3 m von der Oberfläche abwärts wasserdicht zu verputzen und der zwischen Mauerwerk und Ausschachtung entstehende Hohlraum mit Thon oder Lehm gut auszustampfen. Befolgt man ferner den Grundsatz, den Brunnenschacht 1—2 m unter der Oberfläche endigen zu lassen, ihn dort zu überwölben oder mit einer Stein-, allenfalls auch Eisenplatte wasserdicht abzudecken, über der Ueberwölbung oder Abdeckung eine etwa 20 cm dicke Thon- oder Lehmschicht anzubringen und den Raum bis zur Oberfläche mit feinem Sand oder mit reinem Grunde auszufüllen, und wird schliesslich das Saugrohr der Pumpe unter der Schachtabdeckung, zu der etwa 3—5 m seitlich abstehenden Pumpe geführt, so ist vollständige Gewähr gegen das Eindringen von Infektionskeimen von der Oberfläche her vorhanden. Bei älteren Brunnen, welche obigen Bedingungen nicht genügen, hat sich als Sicherungsmittel gegen Infectionen das Abtragen des Brunnenschachtes auf etwa $1^1/_2$ m Entfernung von der Oberfläche, verbunden mit Ueberwölbung desselben und Ausfüllnng des gebildeten Raumes mit reinem Filtermaterial, wohl bewährt.

Durch Röhrenbrunnen, auch abessynische Brunnen genannt, weil sie im abessynischen Feldzug der Engländer 1867—68 mit grossem Erfolg zum Aufschliessen von Grundwasser verwendet worden sind, kann das Grundwasser mit geringem Kostenaufwand rasch und tief erschlossen werden. Sie bestehen aus einem eisernen Rohr von gewöhnlich 25—60 mm Lichtweite, welches entweder unten mit einer Stahlspitze versehen ist, so dass es in den Boden eingerammt werden kann, oder daselbst eine Schraubfläche besitzt, so dass es sich in den Boden einschrauben lässt. Oberhalb der Stahlspitze bezw. Schraubenfläche ist das Rohr auf eine Länge von 0,5—1,5 m mit Löchern oder Schlitzen ausgestattet, durch welche das Grundwasser eindringen kann. Wenn die Grundwasser führende Schicht sehr feinsandig ist, so ist es nothwendig, die Löcher oder Schlitze im Rohr mit einem Tressengewebe (feines Metallgewebe) zu überziehen, weil sonst alsbald ein Ausfüllen dss Rohres mit Sand eintreten würde.

Röhren- oder abessynische Brunnen.

Die Bezeichnung „abessynische Brunnen" weicht der allgemeinen Bezeichnung „Röhrenbrunnen," wenn Grundwasserschichten, welche tiefer liegen, als 8—9 m, erschlossen werden müssen; die Röhren müssen in diesem Falle mittelst besonderen Bohrapparates abgesenkt werden und eine solche Weite erhalten, dass sie ein besonderes Saugrohr nebst Pumpencylinder in sich aufnehmen können. Da sich bei den Röhrenbrunnen das umgebende Erdreich fest an das Rohr anpresst und demgemäss ein Eindringen von Verunreinigungen längst des Rohres vollständig ausgeschlossen ist, so bedarf es, eine gute Pumpenconstruction vorausgesetzt, bei den Röhrenbrunnen keiner der so eingehenden Vorsichtsmassregeln zur Erreichung der Keimdichtheit, wie bei den Schachtbrunnen. Da sie ausserdem den Vorzug grösserer Billigkeit haben, so sind sie überall da zu empfehlen, wo ausreichend Grundwasser zur Verfügung steht und nicht behufs Vermehrung des Wasserquantums für den einzelnen Brunnen eine grössere Grundwasserfläche nutzbar gemacht werden muss oder eine Grundwasseransammlung geboten erscheint, wie dies durch die Kesselbrunnen erreicht wird.

Verunreinigungen des Brunnenwassers von der Oberfläche her vollständig ausgeschlossen.

Röhrenbrunnen sind vorzugsweise anzuwenden.

Während bei den vorhin beschriebenen Brunnen eine Pumpe nothwendig ist, um das Grundwasser zur Oberfläche zu fördern, steigt bei den artesischen Brunnen, welche stets als Rohrbrunnen zu construieren sind, infolge besonderer natürlicher Verhältnisse das Grundwasser von selbst in dem Brunnenrohre in die Höhe und gelangt an der Oberfläche oder nahe derselben zum freien Abfluss. Die Strömung nach der Oberfläche hin entsteht dadurch, dass das Grundwasser

Artesische Brunnen.

zwischen zwei undurchlässigen Schichten unter entsprechenden Druck gelangt. Ein solcher kann entstehen durch muldenförmige Gestaltung dieser Schichten, wobei der natürliche Abfluss des Grundwassers in grösserer Höhenlage sich befindet, als der oberflächliche Tiefpunkt der Mulde. Ferner kann das Grundwasser dadurch unter Druck kommen, dass die dasselbe einfassenden undurchlässigen Schichten sich einander nähern oder dass das Material der Grundwasser führenden Schicht weniger durchlässig wird, in welchen Fällen der unterirdische Abfluss des Grundwassers nur unter erhöhtem Druck möglich ist.

Das den artesischen Brunnen entströmende Wasser zeichnet sich, vermöge seiner Herkunft, durch absolute Keimfreiheit aus und ist auch der Möglichkeit zufälliger Verunreinigungen fast gänzlich entrückt. Da jedoch Niemand im Stande ist, diejenigen Stellen, an welchen mit Erfolg artesische Brunnen erbohrt werden können, mit Gewissheit anzugeben und überhaupt in der Natur die zur Bildung einer artesichen Grundwasserströmung oder Grundwasseransammlung nothwendigen Bedingungen an verhältnissmässig wenigen Orten gegeben sind, so bildet die Wasserversorgung durch artesische Brunnen die Ausnahme.

3. Quellwasser.

Aus fliessenden Quellen wird das Wasser mit Vorliebe bezogen. Die immerhin lästige, beim Grundwasserbezug nothwendige Pumparbeit fällt weg und das Wasser selbst fliesst in den meisten Fällen klar und kühl aus der Erde. Meist von höher gelegenem, und weniger bewohntem Terrain kommend, erscheint es viel mehr gegen Verunreinigungen geschützt als das Grundwasser. Gegenüber letzterem, welches erst mühsam erschürft werden muss, wird das Quellwasser so recht als freie Naturgabe empfunden.

Quellfassung.

Die Quellen müssen stets gefasst werden, um Verunreinigungen an ihren Mündungen auszuschliessen. Hierbei ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass das gefasste Wasser von äusseren Einflüssen unberührt bleibt. Es ist deshalb nothwendig, dass dem Ursprung jeder Quelle, je nach deren Natur, in einer Entfernung von etwa 2—5 m von der Oberfläche seitlich oder in die Tiefe nachgegangen wird. Die einfachste Fassung bildet ein Eisenrohr, in welches das Grundwasser entweder direkt oder mittelst einer mehrere Quellfäden verbindenden Sickerung eingeleitet wird. — Andere Fassungen sind solche durch kleine Stollen, Steinpackungen, eingebaute Kammern

oder Brunnenstuben, welch' letztere gleichzeitig zur Wasseraufspeicherung dienen.

4. Fluss- und Seewasser.

Fluss- oder Seewasser ist für die Einzelwasserversorgungen meist unbedingt zu verwerfen. Selbst in wenig bewohnten und gebirgigen Gegenden, in welchen man es gewöhnlich mit klarem, reinem Wasser von nicht zu hoher Temperatur zu thun hat, ist die Möglichkeit der Verunreinigung, des offenen Laufes wegen, sets vorhanden. Nur bei Seeen, insbesondere Gebirgsseeen, ist es durch Entnahme aus grösserer Tiefe und in ausreichender Entfernung vom Ufer möglich, keimfreies Wasser zu gewinnen. In diesem Falle wird zweckmässig auf dem Seegrund eine Rohrleitung verlegt, welche am Entnahmeort, vom Seeboden aus bis zu der für den Wassereinfluss geeigneten Höhe, aufsteigt und dort mit einem festen, überdeckten oder abwärts gerichteten Sieb zur Abhaltung der Wasserthiere versehen ist. Aus diesem Entnahmerohr kann das Wasser entweder direkt gepumpt, oder, was vorzuziehen ist, zunächst in einen Brunnenschacht eingeleitet werden. Flusswasser für Einzelversorgung ungeeignet. Seewasserentnahme.

Muss in Ermangelung einer anderen Versorgungsweise Fluss- oder nicht vollständig unverdächtiges Seewasser zu Genusszwecken verwendet werden, so bleibt nichts anderes übrig, als das Wasser vor dem Genusse entweder zu filtrieren oder abzukochen. Das geeignetste Filtrationsmittel ist Sand. Die Sandfiltration wird in dem Capitel über allgemeine Wasserversorgungsanlagen näher beschrieben werden. Für Einzelversorgungen sind die Sandfilter aber weniger im Gebrauch, weil ihr Betrieb hierfür zu umständlich ist und zu specielle Sachkenntniss erfordert. Anstatt der Sandfilter sind deshalb die sogenannten Hausfilter im Gebrauch. Es giebt viele Constructionen hierfür, aber nur wenige Filter arbeiten vollständig keimdicht und auch diese nur eine beschränkte Zeit lang. Die Bakterien durchwachsen nämlich die feinen Zwischenräume des Filtermaterials, und gehen dann in das Filtrat über. Je feiner die Filterporen sind, desto länger währt es, bis das Durchwachsen der Bakterien erfolgt ist: allein die quantitative Leistungsfähigkeit der sehr feinporigen Filter ist eine sehr geringe. Alle Hausfilter sind daher, sollen sie dauernd keimdichtes Wasser zu liefern im Stande sein, von Zeit zu Zeit, und zwar je nach der Construction allwöchentlich bis allmonatlich einer sorgfältigen Desinfection zu unterwerfen. Dies geschieht durch sehr sorgfältige Reinigung bezw. durch Auswaschung oder Erneuerung des Filtermaterials nebst Auskochen des ganzen Apparates. Abgesehen Filtration. Hausfilter. Zeitweise Desinfection der Hausfilter.

von dieser, mit Rücksicht auf die Erzielung eines keimfreien Wassers nöthigen Reinigung ist jedes Filter zeitweise von den auflagernden und zum Theil die Poren verstopfenden Filterrückständen zu befreien.

Filter-reinigung.

Diese Reinigung geschieht zweckmässig gleichzeitig mit der erstgenannten. Bei Filtern, welche längere Zeit keimdicht arbeiten und eine feste Filtermasse besitzen, ist zu diesem Zwecke ein öfteres Abbürsten der Wandungen nöthig.

Construction der Haus-filter.

Die Construction vieler Hausfilter beruht darauf, dass das zu reinigende Wasser eine, einen Hohlkörper bildende, aus festem Filtermaterial bestehende Wand durchdringen muss. Der genannte Filterkörper ist in eine Hülse — meist Metallhülse — vollständig dicht derart eingeschlossen, dass das ungereinigte Wasser in den Zwischenraum zwischen Metallhülse und Filterkörper eintritt, während der Austritt des filtrierten Wassers aus dem Inneren des Filtercylinders erfolgt.

Einige brauchbare Hausfilter.

Als brauchbares Filter dieser Art ist das Chamberland'sche anzuführen, dessen Filterkörper aus feinporigem, gebranntem Caolin besteht. Ein Filter ähnlicher Construction ist das von Berkefeld-Nordtmeyer. Anstatt Caolin ist hier gebranntes Kieselguhr verwendet.

Während bei diesen Filtern das Filtermaterial in fester, unverrückbarer Lage sich befindet, beruhen andere Filter auf dem Prinzip, dass auf eine Reihe von Scheiben sehr feinporiges Filtermaterial aufgelegt wird, welches nach Verschlammung sehr leicht wieder erneuert werden kann, während der abgenutzte Filterstoff wieder ausgewaschen und sterilisiert wird. Ein derartiges Filter ist das Breyer'sche Mikromembranfilter. Das Filtermaterial besteht bei diesem aus Asbestfasern, welche in feinster Vertheilung auf einen hohlen, mit Tuch überspannten Metallkörper aufgeschwemmt werden. Auch das hierher gehörige Piefke'sche Hausfilter ist zu empfehlen. Bei diesem besteht das Filtermaterial aus präparirter Cellulosemasse. Dieselbe wird, wenn unter Wasserdruck filtriert wird, in Form gepresster Scheiben, und bei Filtration ohne Hochruck, in Wasser aufgequirlt, als Faserbrei in den Apparat eingebracht. Letzterer besteht im Wesentlichen aus einem Gefäss von emaillirtem Eisenguss, in welches Filterkammern aus verzinntem Messingguss eingesetzt sind. Die einzelnen Filterkammern, gewöhnlich 5, sind durch einen Schraubenbolzen zusammengehalten und mit dem Deckel des Gefässes zu einem Ganzen verbunden. Die Böden der Filterkammern, auf welche sich die Cellulosemasse auflegt, bestehen aus durchlöcherten Metallscheiben und darüber liegender Tressengaze. —

Das sicherste Mittel, vollständig keimfreies Wasser zu erhalten.

ist das Abkochen desselben. Jedoch fehlte es bis in die neueste Zeit an brauchbaren Apparaten hierzu und erst die Hamburger Choleraepidemie gab den Anlass zur Herstellung derselben. Sie beruhen auf dem Grundsatze, dass das abgekochte Wasser seine Wärme an das zufliessende noch nicht keimfreie Wasser abgiebt, wodurch einerseits das erstere eine für den Gebrauch erwünschte Abkühlung erfährt, andererseits aber das letztere vorgewärmt wird und hierdurch einer nur noch geringen Wärmemenge bedarf, um auf Siedehitze zu gelangen. Derartige Apparate sind u. A. durch Pape-Henneberg-Hamburg und Friedrich Siemens-Berlin construiert. Dieselben lassen sich sowohl für Gas-, als Petroleum- und Kohlenfeuerung einrichten. Der Apparat von Pape-Henneberg ist vorwiegend für Kohlenfeuerung construiert. Bei einer stündlichen Leistungsfähigkeit von 200 l betragen die Gesammtkosten für Heizung, Unterhaltung und Amortisation, wenn täglich geheizt wird, jährlich rund 150 Mk. Versuche haben ergeben, dass hierbei für 100 l sterilisirtes Wasser etwa 1 kg. gewöhnlicher Kohle benöthigt wird.

Sterilisierung des Wassers durch Kochen.

Abkochapparate.

Der Wasserabkochapparat von Siemens ist vorzugsweise für Gasfeuerung eingerichtet. Zum Abkochen von 100 l Wasser ist hierbei rund $^1/_2$ cbm Gas erforderlich. Die Leistungsfähigkeit des Apparates beträgt 35—75 l die Stunde.

Durch das Abkochen erhält das Wasser einen faden Geschmack, welcher aber durch Zusatz von Citronensäure, Fruchtsäften und am geeignetsten durch Kaffee oder Thee beseitigt werden kann.

Sterilisierung durch chemische Mittel.

Unreines Wasser kann auch durch Vermischung mit Desinfectionsmitteln, insbesondere mit Aetzkalk, Alaun, mit oder ohne Zusatz von Eisensulfat, keimfrei und trinkbar gemacht werden. Mengen von 0,2 g Alaun oder etwa 0,15 g Kalk sind bei nicht zu stark verunreinigtem Wasser znr Sterilisierung von 1 l ausreichend. Der Zusatz von Kalk bewirkt aber einen üblen stark alkalischen Geschmack. Derselbe wird durch Zugabe von Eisensulfat oder durch Einleiten von Kohlensäure, welche den Kalk ausfällt, beseitigt. Diese Methoden eignen sich indes zur Herstellung keimfreien Wassers für Einzelversorgungen nicht, weil nur bei grosser Sorgfalt ihrer Durchführung die Keimfreiheit des behandelten Wassers gewährleistet werden kann. Auch für grössere Anlagen sind sie wohl nur ausnahmsweise und bei gewissenhaftester Controlle zur Anwendung zu empfehlen, da sich der Betrieb derartiger Reinigungsanlagen stets etwas schwierig und umständlich gestalten wird.

Wasserbeschaffung aus Schiffen.

Da wir gesehen haben, dass jedes Flusswasser verdächtigt werden muss, Krankheitskeime zu enthalten und daher als Trinkwasser un-

geeignet zu sein, so sollten auf allen Flussschiffen, welche nicht besondere Reinwasserbehälter mit sich führen, Filtereinrichtungen oder Abkochapparate für das zu Trinkzwecken entnommene Flusswasser vorhanden sein. Abkochvorrichtungen dürften den Filtern ihrer unbedingt sicheren Keimtödung halber vorzuziehen sein. Es muss als dringend wünschenswerth bezeichnet werden, dass bei der Gesundheitscontrolle der Schiffe ein besonderes Augenmerk auf die Trinkwasserbeschaffung gerichtet wird.

5. Meerwasser.

In manchen Fällen bildet die einzige Quelle, um Trinkwasser zu erlangen, das Meerwasser oder sonstiges Wasser, welches gelöste und unter Umständen giftige Stoffe enthält, so dass es gleichwie das Meerwasser zum Trinken ungeeignet ist und auch wie dieses durch Filtration nicht trinkbar gemacht werden kann. Aus solchem Destillation. Wasser kann Trinkwasser nur auf dem Wege der Destillation gewonnen werden. Die Destillationsanlagen bestehen im Wesentlichen aus dem Verdampfungsapparat, in welchem die Bildung von Wasserdampf stattfindet und aus dem Condensator, durch welchen der Dampf wieder condensirt und das erhaltene Destillat die erforderliche Abkühlung erfährt. Auch bei diesen Apparaten wird selbstverständlich das zu verdampfende Wasser im Condensator erst vorgewärmt, bevor es in den Verdampfer gelangt, um an Heizmaterial möglichst zu sparen.

Die Wassergewinnung aus Meerwasser kommt für Schiffe und Hafenorte und vorwiegend für Einzelversorgungen in Betracht. Es ist ein theures Verfahren, da 1 cbm reinen Wassers sich auf etwa 3 Mark stellt, welcher Preis selbst bei grösseren und vorzüglich wirkenden Apparaten kaum unter 1,50 Mk. herabgeht.

B. Die allgemeinen (Central-) Wasserversorgungen.

Während bei den Einzelversorgungen die Wassergewinnungs- und Wasserverbrauchs- bezw. Entnahmestellen meist in so eng begrenztem Rahmen liegen, dass deren verschiedene Ausführungsarten zweckmässig nach den einzelnen Wasserbezugsquellen von einander unterschieden werden, begreifen die allgemeinen Versorgungswerke von der Wassergewinnung bis zum Wasserverbrauche so viele Unterabtheilungen in technischer Hinsicht in sich, dass diese in gesonderter Darstellung beschrieben werden müssen.

Jede allgemeine Wasserversorgung umfasst:

die W a s s e r g e w i n n u n g s a n l a g e n,

die Sammelbehälter und Zuleitung des gewonnenen Wassers nach denselben; Theile einer allgemeinen Wasserversorgung.
die Wasserzuleitung nach dem Versorgungsgebiete und
die Einrichtungen zur Wasserabgabe. —

Der Darstellung dieser Kapitel wird sich eine Beschreibung der verschiedenen Bezugsarten des Wassers in den Privatanwesen und der Bezahlungsweise desselben anschliessen. Alsdann wird die Nothwendigkeit der Schaffung centraler Wasserversorgungen durch die Gemeinden und ihrer Benützung durch die Grundstücksbesitzer besprochen und endlich werden über die Kosten der Wasserwerksanlagen allgemeine Erläuterungen gegeben werden. —

I. Die Wassergewinnungsanlagen.

Durch die Wassergewinnungsanlagen ist die Aufgabe zu erfüllen, das benöthigte Wasser in ausreichender Quantität und Qualität zu beschaffen. Hiernach haben wir die Aufschliessung und Ansammlung der verschiedenen in der Natur vorkommenden Wässer einerseits und die künstliche Reinigung und Verbesserung des gewonnenen Wassers andererseits zu betrachten.

a. Wasserbeschaffung durch Oberflächenwasser.

α) Regenwasser und Bachwasser.

Das unmittelbare Auffangen und Sammeln des Regenwassers hat für die modernen Wasserversorgungsanlagen eine Bedeutung nicht erlangt. Nur in heissen Klimaten, in welchen bei der langen Trockenheit alle sonstigen Wasserbezugsquellen versiegen, ist man naturgemäss darauf angewiesen, das während der Regenperiode dem Himmel im Ueberfluss entströmende Nass aufzufangen und in grossen Cysternenanlagen zu sammeln. So haben zum Beispiel die Orte im Karstgebiete längs des Adriatischen Meeres, ganz besonders aber viele indische Städte, grossartige Cysternenanlagen zur Aufspeicherung des Regenwassers. Es gehören jedoch grosse Regenfangflächen für die zu allgemeinen Wasserversorgungen bestimmten Cysternen dazu, um Wassermangel zu vermeiden und die Fassungsräume der Cysternen selbst müssen kolossale Dimensionen erhalten, wenn ihr Wasservorrath die in den heissen Ländern oft lange währende Trockenzeit überdauern soll. So vermochten die terrassenförmig über einander gebauten, zum grössten Theil gemauerten Cysternenanlagen des alten Jerusalem 300 000 cbm Wasser aufzunehmen. — Die Rücksicht auf die hohen Kosten der nur zur Auf- Cysternenanlagen.

speicherung von unmittelbar aufgefangenem Regenwasser dienenden Cysternenanlagen hat deshalb dazu geführt, dass man intermittierende Quellen und andere stark wechselnde Wasserzuflüsse in die Cysternen einführte, wodurch dieselben zu Vorläufern der sowohl im Alterthum

Thalsperren. als in der Neuzeit zu Wasseransammlungen benutzten Thalsperren wurden. Bei Anlage derselben wird ein bestimmtes Niederschlagsgebiet für die Wasseransammlung dadurch gewonnen, dass ein von den Wasser-Rinnen und -Läufen dieses Gebietes durchzogenes Thal an seinem unteren Ende durch einen Querdamm oder eine Quermauer, die eigentliche Thalsperre, abgeschlossen wird. Auf diese Weise sammelt sich oberhalb der Thalsperre das von dem gesammten Niederschlagsgebiet abschliessende Wasser zu einem See, welchem eine bestimmte Quantität Wasser jahraus jahrein gleichmässig entnommen werden kann. Der Thalboden muss hierbei ganz oder doch nahezu undurchlässig sein. Wo das nicht der Fall ist, muss der Boden durch eine künstlich aufgebrachte Thonschicht undurchlässig gemacht werden. — Das durch eine Thalsperre aufgestaute Wasser besteht aus solchem, welches ihr als Regenwasser aus dem zugehörigen Niederschlagsgebiet unmittelbar zufliesst, aus dem in diesem Gebiete fliessenden Quell- und Bachwasser und endlich aus den auf dem Wasserspiegel des Thalsperrbeckens sich condensierenden Wassermengen. Letztere sind nur unbedeutend und kommen für die Praxis nicht in Betracht.

Vorarbeiten. Jedem Bau einer Thalsperreanlage müssen eingehende geognostische und hydrotechnische Studien und Vorarbeiten vorausgehen. Der Untergrund ist mit Rücksicht auf seine Undurchlässigkeit und Tragfähigkeit, insbesondere an der Stelle des Absperrdammes, zu prüfen. Die Ergiebigkeit der Zuflüsse ist in trockenen und nassen Jahren genau zu ermitteln, so dass die in dem Niederschlagsgebiet von der gefallenen Regenmenge zur Verfügung stehende jeweilige Abflussmenge bekannt wird und die benöthigte Grösse des Sammelbeckens mit Sicherheit festgestellt werden kann. Die Situation der Thalsperren ist so zu wählen, dass in technischer Hinsicht die Baubedingungen für die Errichtung des Abschlussdammes möglichst günstige sind und der dahinter liegende Fassungsraum thunlichst ausgedehnt ist, so dass die Kosten der Anlage nach Möglichkeit herabgedrückt werden.

Hygienische Massregeln. In hygienischer Hinsicht ist zu bemerken, dass die Anlage von Thalsperren in unmittelbarer Nähe menschlicher Niederlassungen wegen der möglichen Verunreinigung mit Krankheitskeimen zu vermeiden ist; auch erscheint es geboten, von der Anlage der Thalsperren in solchen Thälern, welche verunreinigte Wasserläufe führen, abzusehen. Die nach dem Wasser abfallenden Böschungen

der Sammelbecken sind recht steil zu halten und zu befestigen, da die Erfahrung gelehrt hat, dass flache Ufer Schmutzansammlungen begünstigen, der Wellenschlag fortwährend an ihnen wühlt und dadurch Verunreinigungen erzeugt. Die zu den Becken geneigten Thalwände sollen bewachsen sein und wo dies nicht der Fall, aufgeforstet werden, damit Zuschwemmungen und Bodenablösungen, welche das Becken verunreinigen würden, vermieden werden.

Selbstreinigungsprozess.

An dieser Stelle ist zu bemerken, dass sich, gleichwie in den natürlichen Seeen so auch in den durch Thalsperren gebildeten Sammelbecken, ein steter Selbstreinigungsprozess vollzieht, welcher bei genügend grossem Beckenvolumen in vielen Fällen ein zur Wasserversorgung unmittelbar geeignetes Wasser ergiebt. Dieses könnte bei sehr grossen Anlagen dann unbedenklich ohne weitere Reinigung zu solchen Zeiten entnommen werden, in welchen der Wasserstand nur wenig wechselt, sofern durch ausreichende Vorsichtsmassregeln und stete Ueberwachung die Beckenanlagen gegen zufällige äussere Verunreinigungen durch menschliche und thierische Abfallstoffe gesichert erscheinen. In dieser Hinsicht ist das Wasser gut gelegener, rationell construierter und wohl bewachter Thalsperren für den unmittelbaren Genuss mit grösserer Sicherheit gegen Infectionsgefahr verwendbar, als das Wasser aus natürlichen Sammelbecken, an deren Ufer menschliche Wohnungen liegen und welches demgemäss stets verdächtigt werden muss, dass es pathogene Bakterien enthält. Gleichwohl bedarf im Allgemeinen das Wasser aus Thalsperren, ebensowohl wie das der Seeen, vor seiner Verwendung einer sorgfältigen Reinigung, um eines jederzeit möglichst bakterienfreien und der feinsten Schwebestoffe entledigten Wassers sicher zu sein.

Trotzdem im Allgemeinen Reinigung des Wassers nöthig.

Wassertemperatur.

Die Temperatur des durch Thalsperren aufgespeicherten Wassers ist zwar in den oberen Schichten eine sehr wechselnde, allein sie erreicht nach der Tiefe zu, etwa von 10 m unter der Oberfläche an, einen ziemlich gleichmässigen und für den Gebrauch entsprechenden Grad. Das Wasser sollte desshalb stets aus den tiefen Schichten entnommen werden.

Technische Regeln.

Die Sperre kann gebildet werden entweder durch eine Staumauer, oder durch einen Erddamm; auch sind Erddämme mit eingelegtem Mauer- oder Betonkern schon zur Anwendung gekommen. Wo felsiger Untergrund in nicht allzu grosser Tiefe zu erreichen ist, oder sich tragfähige, der Ausspülung nicht ausgesetzte, Bodenschichten von hinreichender Mächtigkeit nicht vorfinden, sowie bei Wasseranstauungen über 20 m Höhe, sollte stets dem Mauerwerk der Vorzug gegeben werden, da dasselbe unzweifelhaft mehr Sicherheit als Erddämme

bietet. Sowohl bei Herstellung von Stirnmauern als auch bei Aufführung der Erddämme ist die genaueste Beachtung aller Regeln der Technik und die grösste Gewissenhaftigkeit und Vorsicht dringend geboten, da durch einen Bruch der Thalsperre namenloses Unglück entstehen kann.

Jede Thalsperranlage ist mit einem Grundablass behufs Ermöglichung der Trockenlegung und Reinigung sowie mit einem Ueberlauf, für die bei eingetretener Füllung des Staubehälters über den Bedarf hinausgehende Wassermenge, zu versehen. Ausserdem ist ein Fluth- und Umlaufcanal anzuordnen, um das zufliessende Wasser einerseits ausschalten zu können und andererseits den Hochwässern, soweit sie nicht benutzt werden müssen, einen Ablauf zu gewähren und dadurch den Sammelbehälter vor den durch dieselben mitgeführten Schlammmassen und sonstigen unreinen Stoffen zu bewahren. Soweit die Hochwässer in die Thalsperren aufgenommen werden, empfiehlt sich die Anlage von Geschiebe- und Schlammsammlern vor der Einmündung in das Wasserbecken.

Wasser-entnahme.

Die Wasserentnahme geschieht meist durch ein besonderes Entnahmerohr oder einen Entnahmebrunnen, welche in verschiedenen Abständen von der Oberfläche mit Einlassschiebern versehen sind und so die Entnahme aus den verschiedenen Tiefen gestatten. Zur Erreichung des letzteren Zweckes werden bei Sammelbehältern von Tiefen bis zu 10 m auch bewegliche Abflussrohre verwendet, welche sich um eine feste Grundaxe drehen und dem jeweiligen Wasserstande folgend, das Wasser in einem gleichbleibenden Abstande von der Oberfläche entnehmen. Die Entnahmestelle ist stets mit einem Schutzsieb zu versehen, welches das Eintreten etwaiger Wasserthiere oder sonstiger Fremdkörper verhindert.

β) Seewasser.

Vergleich mit dem Wasser der Thalsperren.

Was wir durch die Thalsperren auf künstlichem Wege erreichen, bietet uns die Natur durch die Seeen. Aus dem über die Thalsperren Gesagten geht hervor, dass das Wasser von Seeen, welche verunreinigenden Zuflüssen nicht ausgesetzt sind, zum unmittelbaren Gebrauch als Trinkwasser wohl geeignet erscheint, dass dagegen das Wasser von Seeen, deren Ufer bewohnt sind und deren Zuflüsse durch gleichfalls bewohnte Gegenden hindurchgehen, im Allgemeinen als verdächtiges Wasser zu behandeln und demgemäss gleich wie das durch Thalsperren gelieferte Wasser vor seinem Gebrauch einer Reinigung zu unterziehen ist.

Das Wasser aus Seeen ist stets ausserhalb des vom Wellenschlag betroffenen Bereiches in frostfreier Tiefe derart zu entnehmen, dass die Entnahmestelle ebensowohl genügend von der Oberfläche entfernt ist, um gleichmässig temperirtes Wasser zu erhalten, als auch soweit dem Seeboden entrückt wird, dass die auf demselben befindlichen Niederschläge und die etwa dort wuchernde Pflanzenwelt bei Aufwirbelungen das Wasser nicht verunreinigen können. Eine gewisse Entfernung von der Seesohle, mindestens 3—5 m, ist um so nothwendiger, als sich gezeigt hat, dass der Bakteriengehalt nach der Sohle hin zunimmt. Etwaige Wasserzuflüsse vom bewohnten Lande her sind nach ihrer Vertheilungsweise im Seewasser zu verfolgen, um mit dem Entnahmeplatz ausserhalb dieser Sphäre bleiben zu können. Das Entnahmerohr ist ebenso wie bei den Thalsperren mit einem Schutzsieb zu versehen. Wasserentnahme.

Der Wasserbezug aus Seeen bietet den grossen Vortheil, dass in den meisten Fällen eine genügende Wassermenge zur Verfügung steht, welche im Gegensatz zu Fluss- und Bachwasser, infolge der in den Seebecken vor sich gehenden Abklärung, von Schwebekörpern nahezu völlig frei ist. Vortheil des Seewasserbezuges.

γ) **Flusswasser.**

Bei Entnahme des Wassers aus Flüssen darf nie vergessen werden, dass dieselben in erster Linie die für ihr Niederschlagsgebiet gemeinsame Abfuhrstrasse aller Meteorwässer sind und einen mächtigen Factor für die Reinhaltung der Erdoberfläche dadurch bilden, dass sie die durch die Meteorwässer fortgespülten Schlammabgänge und unreinen Stoffe, sowie die selbst von den kleinsten Wasserläufen mitgeführten Erosionen in bestimmter Bahn fortführen, um sie schliesslich in unschädlicher Weise dem Schoosse des Meeres zu übergeben. Wir müssen uns ferner stets gegenwärtig halten, dass die Wasserläufe und die Mehrzahl ihrer Zuflüsse, seien sie gross oder klein, an menschlichen Ansiedelungen vorbeigegangen sind und entweder ihr Wasser theils direct, theils indirect als Reinigungsmittel hergaben und verunreinigt wieder empfingen, oder zum allermindesten steten zufälligen Verunreinigungen ausgesetzt waren. Jedes Flusswasser ist daher mit organischen Stoffen stets mehr oder weniger verunreinigt, gegen das Hineingelangen von Krankheitskeimen nicht geschützt und desshalb in hygienischen Sinne als verdächtiges Wasser zu betrachten, welches vor seinem Gebrauche als Trinkwasser der sorgfältigsten Reinigung zu unterziehen ist. Der Verunreinigungsgrad ist im Allgemeinen für irgend eine Stelle im Flusslauf um so grösser, je näher Jedes Flusswasser ist hygienisch verdächtig.

dieselbe der Mündung liegt und je grösser die Bevölkerungsdichtigkeit des oberhalb liegenden Flussgebietes ist.

Wassertemperatur.

Ausserdem hat das Flusswasser stark wechselnde Temperaturgrade; es ist im Winter für den menschlichen Genuss zu kalt, im Sommer zu warm. Indess, wenn diese Temperaturschwankungen auch unangenehm empfunden werden, so ist doch darauf hinzuweisen, dass sich dieselben auf dem Wege zur Verwendungsstelle der mittleren Bodentemperatur nähern und dass das Wasser zur Verwendung geeigneter wird. Es würde übrigens auch nicht ausser dem Bereich der technischen und finanziellen Möglichkeit liegen, die Temperatur des Wassers in den Behältern durch Kühlanlagen, ähnlich derjenigen in den neuen Braukellern, im Sommer um einige Grad herabzumindern.

Möglichkeit einer befriedigenden Flusswasserversorgung.

Trotz der angeführten Nachtheile lässt sich durch gute Filter- und Reservoireinrichtungen bei vorsichtiger Auswahl der Entnahmestellen aus den Flüssen in den meisten Fällen ein Wasser beschaffen, welches den hygienischen Anforderungen vollständig entspricht. Freilich ist hierbei Voraussetzung, dass der Verunreinigungsgrad des Flusswassers kein abnormer ist, und dass insbesonders keine stinkende Fäulniss beobachtet wird und der Sauerstoffgehalt des Wassers normal ist. Für die Praxis hat die Angabe von Grenzzahlen für den noch zulässigen Verunreinigungsgrad des Flusswassers, bei der Verschiedenartigkeit der Bedeutung der einzelnen unreinen Stoffe je nach dem Ursprung der Verunreinigung, keinen Werth. Die Probe der Zulässigkeit der Verwendung von Flusswasser zur Wasserversorgung ist einzig und allein durch einen Filtrationsversuch von genügend langer Dauer und fortlaufende Untersuchung des gewonnenen Wassers in chemischer und bakteriologischer Hinsicht zu erbringen. Dieser Versuch spielt hier betreffs der Qualität dieselbe Rolle, wie beim Grundwasser die langandauernden Pumpversuche zur Prüfung der Quantität.

Filtrationsversuch als entscheidende Probe für die Zulässigkeit des Flusswassers zur Wasserversorgung.

Bedeutung der Entnahmestelle u. Wahl derselben.

Die Wahl der Entnahmestelle ist bei der Flusswasserversorgung von grösster Bedeutung. Das Gelingen des ganzen Werkes in technischer und finanzieller Hinsicht hängt oft von ihr allein ab. Zunächst sind die örtlichen Verhältnisse des Flusses oberhalb und unterhalb des geplanten Entnahmeortes genau zu untersuchen. Es ist darauf zu sehen, ob und welche Zuflüsse vorhanden sind; in wieweit das Flusswasser durch Ansiedlungen verunreinigt werden kann; welchen Reinheitsgrad das Wasser an verschiedenen Stellen des Flussbettes zeigt, ob also die Entnahme näher dem einen oder anderen Ufer vorzuziehen ist.

Stets ist das Wasser vom Ufer entfernt aus dem Hauptstrom zu schöpfen, da die Erfahrung gezeigt hat, dass dieses Wasser weniger Verunreinigungen mit sich führt, und das die Zahl der Bakterien bei lebhafter Strömung eine geringere ist. Wo die Ufer steten Auswaschungen und dadurch Veränderungen ausgesetzt sind, müssen sie befestigt und corrigiert werden. Die Entnahmestelle sollte endlich immer so weit als möglich stromaufwärts gelegen sein und oberhalb etwaiger verdächtiger Zuflüsse und benachbarter Ansiedelungen, sofern letztere nicht allzuweit entfernt sind.

Einzelne technische Bemerkungen.

Im Einzelnen ist noch zu bemerken, dass die Entnahme des Wassers soweit über dem Flussboden zu geschehen hat, dass der durch das Wasser am Boden aufgewirbelte und an diesem dahin streichende Sand nicht in die Wasserleitung gelangt. Selbstverständlich ist auch hier wieder das Leitungsrohr mit einem Schutzkorb zu versehen, damit schwimmende Körper von dem Eindringen abgehalten werden.

Etwa vorkommenden Verstopfungen des Einlaufes durch Grundeis wird dadurch entgegengetreten, dass derselbe von einem Behälter umgeben wird, in welchem das Wasser vor seinem Eintritt in die Leitung zur Ruhe kommt, wodurch sich das Grundeis ausscheidet und zur Oberfläche steigt. Es soll sich in der Regel die Einflussöffnung flussabwärts richten. In Flüssen, in welchen Floss- oder Schifffahrt betrieben wird, sind ausserdem noch Vorkehrungen zu treffen, um die Entnahmestellen gegen Zerstörungen durch anstossende Balken, Schiffstheile oder Anker zu sichern.

In vielen Fällen ist es zweckmässig, die Entnahmeleitung nicht gleichzeitig als Zuleitung zu den Wasserreinigungsanlagen bezw. Wasserbehältern zu verwenden; sondern das Entnahmerohr entweder in natürlichem Gefälle oder als Heberohr nach einem Sammelschachte (Brunnen) zu führen, von welchem aus das Wasser abgepumpt bezw. abgesaugt wird. Um die Versandung und Verschlammung der Entnahme- und Zuleitungen zu beseitigen, hat die Erfahrung als bestes Mittel von rascher und sicherer Wirkung die Spülung dieser Leitungen vom Wasserdruckrohr aus ergeben. Zu diesem Zweck wird letzteres mit jenen durch ein vermittelst Schieber abschliessbares Zweigrohr in Verbindung gebracht. Von Zeit zu Zeit muss auch der Saugkorb, sowie der diesen umschliessende Wasserbehälter und die zu dessen Einläufen gehörigen Schutzgitter gereinigt werden. Dies geschieht meist durch Taucher und am zweckmässigsten bei ganz niederen Wasserständen.

b. Wasserbeschaffung durch Quell- und Grundwasser.

Quell- und Grundwasser haben vor ihrer Entnahmestelle stets mehr oder minder mächtige Bodenschichten durchflossen und sind somit einerseits einer natürlichen Filtration und Reinigung unterworfen, andererseits vor äusseren, sowohl dauernden als zufälligen Verunreinigungen geschützt. Eine Verunreinigung des Quell- und Grundwassers durch die Bodenschichten vermittelst Auslaugung oder Absorption, welche dasselbe für allgemeine Wasserversorgungen ungeeignet machen, ist selbstredend nicht ausgeschlossen. Meist sind solche Verunreinigungen nicht organischer Natur. Mineral- oder Metallsalze, sowie Gase sind in solchen Fällen die Körper, die wir im Wasser aufgenommen finden. Enthält das Wasser Mineralsalze und Gase, z. B. Chlornatrium (Kochsalz), schwefelsauren Kalk (Gips), Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, oder auch gewisse Metallsalze, z. B. Eisenverbindungen, so sind solche Wässer zwar zur Wasserversorgung ungeeignet, aber zum Kurgebrauche als Mineralwässer in vielen Fällen hochgeschätzt. Beim Durchgange durch Erz- und Minerallager nehmen Quell- und Grundwasser aber auch nicht selten giftige Körper auf, wie beispielsweise Arsen- und Kupferverbindungen und werden dadurch für menschliche Genusszwecke vollständig unbrauchbar. Nicht selten kommt es beim Grundwasser vor, dass dasselbe Eisenoxydul enthält, welches bei Zutritt der Luft sich als Eisenoxyd ausscheidet, wodurch nicht allein das Wasser sich trübt, sondern auch die Wucherung der Crenothrix (Wasserpest) begünstigt wird, einer Fadenbakterie, welche sich so stark vermehrt, dass Verstopfungen der Wasserleitung eintreten können. Solches Wasser ist nur nach vorhergegangener Reinigung durch Ausscheiden des Eisens, worüber später gesprochen werden soll, für Versorgungszwecke geeignet.

Natürliche Filtration u. Reinigung. — Fremde Beimengungen. — Mineralwässer. — Giftige Metallsalze. — Eisengehalt.

Während bei der Fluss- und Seewasserversorgung in der Regel für das jeweilige Bedürfniss vollständig ausreichende Wassermengen vorhanden sind, spielt bei Quell- und Grundwasserversorgungen die Frage, ob eine genügende Wassermenge zur Verfügung steht, eine grosse Rolle. Bei Quellen kommt es insbesondere häufig vor, dass sie in trockenen Zeiten, in welchen gerade das grösste Wasserbedürfniss vorhanden ist, in ihrer Ergiebigkeit wesentlich zurückgehen. In den seltensten Fällen gelingt es, sowohl bei Quell- als bei Grundwasserbeschaffung, auf rein theoretischem Wege durch Studium der geognostischen Verhältnisse, Bestimmung der wasserliefernden Gebiete, einzelne Messungen, oder auch durch die Erforschung der unter-

Wassermengen. — Theoretische Bestimmung der Wasserergiebigkeit.

irdischen Strömung, insbesondere durch den Versuch der Ermittelung des Wasserquerschnittes und der Geschwindigkeit desselben, die Wasserergiebigkeit mit der nöthigen Sicherheit festzustellen. Das einzige Mittel zur Klarstellung der Frage, auf welche Wassermengen man bei Erschliessung eines Quell- oder Grundwassergebietes rechnen darf, ist bei den Quellen die Durchführung regelmässiger, auf trockene und nasse Zeiten sich erstreckender unmittelbarer Wassermessungen und bei Grundwasser die Ausführung von Versuchsbrunnen und die Anstellung von Pumpversuchen, welche gleichfalls längere trockene und nasse Witterungsperioden umfassen. Mit den Pumpversuchen haben genaue Messungen der geförderten Wassermengen, der durch die Wasserentnahme entstandenen Senkungen des Grundwasserspiegels, sowie der zur Wiederherstellung des ursprünglichen Niveaus erforderlichen Zeiten zu geschehen, aus welchen Daten der Ingenieur die zur dauernden Verfügung stehenden Wassermengen berechnen kann.

Versuchsbrunnen und Pumpversuche.

Die Quell- und Grundwässer sind die bakterienärmsten natürlich vorkommenden Wässer, die wir kennen und oft gänzlich bakterienfrei; in der Regel beträgt die Zahl der Bakterien nicht mehr als 50 im ccm. Diese Eigenschaft, sowie der beständige sonstige Reinheitsgrad und die fast immer gleichmässig angenehme Temperatur sind die Vorzüge, welche dem Quell- und Grundwasser gegenüber dem Oberflächenwasser meist eigen sind.

Vorzüge des Quell- und Grundwassers.

α) Quellwasser.

Jede Quellfassung hat nachstehenden Bedingungen zu genügen:

Bedingungen, welchen jede Quellfassung zu genügen hat.

1. Alle Tagewässer, d. h. die in der Nähe des Quellenâuslaufs niedergegangenen Meteorwasser oder vorbeifliessende oberirdische Wässer sind fernzuhalten.
2. Gegen jede sonstige Verunreinigung von aussen muss die Quelle geschützt sein.
3. Den Einwirkungen der Kälte und des Frostes ist die Quellenmündung zu entziehen.
4. Die Quellenfassung ist behufs regelmässiger Lufterneuerung zu ventilieren.
5. Die Quellmündung und der Fassungsraum müssen behufs guter Instandhaltung der Anlagen zugänglich sein und endlich muss
6. behufs der zeitweisen Reinigung der Anlage ein Unterablauf vorhanden sein, durch welchen der Fassungsraum entleert werden kann.

Ausführung der Quellfassungen.

Quellfassungen können nur nach eingehenden geognostischen Terrainstudien in richtiger Weise ausgeführt werden.

Stets ist zunächst zu ermitteln, ob man es mit einer Einzelquelle zu thun, oder ob man mehrere Ursprungsorte anzunehmen hat. Ist letzteres der Fall, so ist zu untersuchen, ob es sich um einzelne selbständige Quellen oder um eine auf undurchlässiger Schichte ausgebreitete Wassersickerung handelt. Hiernach kann bestimmt werden, ob eine einzelne Fassungskammer anzulegen ist, oder ob mit der Quellfassung gleichzeitig eine Vereinigung verschiedener quellbildender Zuflüsse stattzufinden hat. Im ersten Falle ist wieder zu unterscheiden, ob man es, wie dies meist im Flachlande der Fall, mit von unten aufsteigenden Quelladern (Sprudel, Beckenquellen) zu thun hat, oder ob die Quelle seitlich hervortritt, wie dies fast durchgängig in Gebirgsgegenden geschieht.

Einfache Anlagen.

Die einfachste Fassung einer von unten nach oben kommenden Quelle besteht darin, dass der Quellauslauf auf eine Tiefe von etwa 2—3 m von der obersten Erdschichte von Schutt und Geröll befreit und die hierdurch entstandene, mit Wasser sich füllende Grube mit grossen Steinen ausgepackt wird, welche über dem höchsten Wasserniveau dicht aneinander zu legen sind, so dass sie eine geschlossene Decke bilden, die mit Thon- bezw. mit Lehmschlag derartig überdeckt wird, dass eine Verunreinigung, oder ein Eindringen von Regenwasser von oben ausgeschlossen ist. Die Ableitung des Quellwassers erfolgt durch einen seitlichen Canal, neben welchem auch der Ueberlauf angeordnet werden kann. Die Ventilation geschieht durch ein am höchsten Punkte der wasserdichten Abdeckung eingesetztes Luftrohr, welches an seinem oberen Ende mit einer Kappe abgedeckt ist.

Vollkommenere Anlagen.

Vollkommenere Anlagen entstehen dadurch, dass an Stelle der durch Steinauspackung gebildeten Quellkammer ein durch Mauern umschlossenes Bassin hergestellt wird, welches eine wasserdichte Ueberwölbung aus Mauerwerk oder Beton erhält. Der bei den vorhin beschriebenen einfachsten Anlagen noch fehlende Zugang wird hierbei durch einen seitlich angebrachten Stollen oder Einsteigeschacht vermittelt. Hat man es mit mehreren Quellfäden zu thun, so werden dieselben entweder durch die gemeinsame Quellkammer umfasst, oder diese erhält strahlenförmige, nach den verschiedenen Quellpunkten sich hinziehende Ausläufer.

Fassungsanlagen bei verschiedenen Quellbildungen.

Liegen die Quellen zu weit auseinander, so ist ein System einzelner kleiner Quellkammern anzuordnen, deren Ausläufe sich in einem Sammelbecken zum Hauptabflusse vereinigen.

Eine seitlich austretende Einzelquelle wird in einfachster Weise so gefasst, dass auch hier wieder die oberflächlichen Erdschichten gegen die Richtung des Quelllaufes zu in einer Dicke von etwa 3 m und einer dementsprechenden Tiefe unter der Oberfläche abgehoben werden und entweder in einer Steinpackung, einem überwölbten Schacht oder einem Stollen das Wasser gesammelt und durch ein Rohr oder einen Canal nach aussen geleitet wird. Die ganze Anlage ist in sorgfältigster Weise nach oben hin abzudichten und mit feinem, reinem Erdmaterial bis zur Höhe der früheren Oberfläche zu bedecken.

Sind mehrere quellbildende Zuflüsse vorhanden, so ist die Steinpackung, oder bei grösseren Anlagen der Stollen derart zu verlängern, dass dieselben abgefangen werden.

Sehr oft kann die Quellwassermenge eine beträchtliche Vermehrung erfahren durch Anlage von Stollen, welche entweder in dem die Quellen speisenden Grundwasserstrom, denselben aufschliessend, angelegt werden, oder durch welche geeignete wasserundurchlässige Schichten durchschnitten und dadurch die dahinter liegenden wasserführenden Regionen eröffnet werden. In wieweit es hierbei zulässig erscheint, Wasseranstauungen vorzunehmen, und in wieweit Senkungen der Quellwasserspiegel erspriesslich sind, kann nur von Fall zu Fall und nach den eingehendsten vorhergegangenen Studien durch den hierzu berufenen Ingenieur bezw. Geologen festgestellt werden.

Stollen.

Wasseranstauungen.

Im Allgemeinen ist es bei Quellen in der Ebene sehr gefährlich, Aufstauungen vorzunehmen, indem sich das Wasser in solchen Fällen nicht selten einen seitlichen Ausweg sucht. Auch bei Gebirgsquellen ist in dieser Hinsicht Vorsicht am Platze. Senkungen des Wasserspiegels sind seltener mit Nachtheilen verbunden und bewirken bei aufsteigenden Quellen in Flachgegenden sowie bei den durch breite Grundwasserschichten gebildeten Hangquellen des Oefteren eine Vermehrung der Wassermenge.

Senkungen des Wasserspiegels.

Wenn stark geneigte, undurchlässige Schichten mit durchlässigen wechseln, und die Bewegung des Wassers in den wasserführenden durchlässigen Schichten nach der Tiefe hin auf immer grösseren Widerstand stösst, entweder durch die geringer werdende Durchlässigkeit infolge der grösseren Dichtigkeit der Gesteinsmassen, oder infolge der abnehmenden Mächtigkeit der Schicht, oder endlich im Falle des Umbiegens und Wiederaufwärtssteigens der Schichten, so füllen sich die durchlässigen Schichten mit Wasser vollständig an. Dasselbe gelangt alsdann als Quelle an den jeweiligen oberen

Tiefstollen.

Grenzen der wasserundurchlässigen Schichten zum Abfluss. In solchen Fällen darf und kann mit grossem Vortheile für die Wasserergiebigkeit durch einen Tiefstollen, welcher die Schichten möglichst senkrecht zu ihrer Streichlinie durchsetzt und gleichzeitig als Abflussstollen angeordnet ist, der Quellwasserstand sehr tief gesenkt werden.

Stollenabschlüsse.

Durch Einsetzen einer Abschlussthüre im Stollen (Stauthüre, Stollenverschluss) inmitten der undurchlässigen Schicht, oder mehrerer solcher Abschlüsse, sofern man es abwechselnd mit wasserdurchlässigen und undurchlässigen Schichten zu thun hat, wird man in die Lage versetzt, den Wasserspiegel in den wassererfüllten Schichten bis zum ursprünglichen Quellauslaufe wieder zu stauen, so dass man hierdurch unter Umständen mächtige unterirdische Wasserbehälter — gleichsam unterirdische Thalsperren — schafft.

Unterirdische Wasseraufspeicherung.

In diesen kann alles durch die atmosphärischen Niederschläge und Kondensationsvorgänge dem Berginneren gelieferte Wasser zurückgehalten nnd zu einem, dem jeweiligen Verbrauche entsprechenden Abfluss gebracht werden, während es früher, den Witterungsverhältnissen entsprechend, in wechselnden Mengen durch die oberirdisch austretenden Quellen entfloss. Hervorragende Beispiele von Wasserfassungen dieser Art, deren Vortheile auf der Hand liegen, sind die Anlagen zu Aachen und Wiesbaden, sowie zu Lüdenscheid und Weissenfels. Bei der Stollenanlage in Wiesbaden ist beispielsweise eine Stauhöhe bis zu 150 m erreicht worden.

Vorzüge unterirdischer Wasseransammlungen vor den offenen Thalsperren.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass solche Wasseransammlungen in Gebirgsspalten vor offenen Thalsperren den Vorzug fast absoluter Keimfreiheit und der grössten Gleichmässigkeit der Temperatur des aufgespeicherten Wassers besitzen. Leider sind die geognostischen Verhältnisse nicht in allen Gegenden der Art, dass sich solche Quellfassungsanlagen durchführen lassen.

Manche Quellen führen zeitweise Sand mit sich. Diese Erscheinung ist insbesondere nicht selten bei Quellen, welche aus Sandsteinschichten entspringen. Auch tritt öfter der Fall ein, dass nach starken Regengüssen Trübungen des Quellwassers entstehen, auch wenn alles Tagwasser mit grösster Sorgfalt abgehalten ist, da zuweilen in den inneren Gebirgsspalten selbst Lehmablagerungen oder Zerreibungsprodukte sich befinden, welche bei stärkerem Wasserzudrange fortgewaschen werden.

Sandfang u. Reinigungsanlage.

In solchen Fällen ist der Quellfassungsraum zu vergrössern und als Sandfang bezw. als Reinigungsanlage auszubilden. Um den körnigen Sand zum Niederschlag zu bringen, genügt je nach der Korngrösse die Herabminderung der Geschwindigkeit in der Quellkammer auf 5—0,5 cm, während zum

Niederschlag von Schlamm oder Trübungen der Fassungsquerschnitt nur so gross sein sollte, dass die Geschwindigkeit des durchgehenden Wassers in der Regel 0,5 und allerhöchstens 2 mm beträgt.

Freihaltung des Quellgebietes von Verunreinigungen.

Es ist von grosser Wichtigkeit für die Sicherung der Qualität und Quantität einer Quelle, dass dem Besitzer derselben das benachbarte Terrain, soweit in demselben das Quellwasser durch Abgrabungen abgeleitet oder doch ein Theil desselben entzogen werden und soweit durch Vornahme von Arbeiten (Düngungen) der Quellzufluss getrübt oder verunreinigt werden kann, entweder eigenthümlich gehört, oder ihm doch wenigstens solche rechtliche Befugnisse zustehen, dass Brunnengrabungen, Wasserschürfungen, Ansiedelungen und Düngungen nicht ausführbar sind (servitutarische Belastung der betreffenden Grundstücke). Der Ankauf des im Quellgebiet liegenden Terrains ist aber stets vorzuziehen.

Ankauf des Quellenterrains.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass es ausser dem unterirdischen Anstau von Quellwasser zur Verstärkung des Quellwasserquantums noch 2 andere Mittel giebt, nämlich

Methoden der Verstärkung des Quellwasserquantums durch künstliche Bewässerung, sowie durch Zurückhaltung des Regenwassers.

1) künstliche Bewässerung des Niederschlagsgebietes der Quellen und
2) Verhinderung des oberirdischen Abflusses des Regenwassers aus dem Quellgebiete.

Beide Methoden haben zur Voraussetzung einen aufnahmefähigen filtrierenden Untergrund; bei beiden ist vor ihrer Ausführung eine genaue Erforschung der Terraingrenzen nöthig, innerhalb welcher das von der Oberfläche einsickernde Wasser zur Vermehrung der Quellwassermenge beiträgt. Im ersten Falle wird von einem Bache, Flusse, oder einem künstlichem oder natürlichen Wasserbecken aus das Wasser auf die Quellversorgungsfläche geleitet oder gepumpt und dasselbe durch regelrecht angelegte Bewässerungs- oder Einsickerungsgräben und unter Umständen durch Einfallbrunnen in das Erdinnere verbracht. Im zweiten Fall wird das auffallende Regenwasser entweder gleichfalls durch Sickergräben und Sickerbrunnen oder auch durch eine oberirdische Sammelbeckenanlage am oberflächlichen Abflusse in und nach den bisherigen Rinnsalen gehindert und bleibt so dem Quellgebiet erhalten.

Sämmtliche angeführte Methoden zur Vermehrung und Erhaltung der Beständigkeit der Quellwassermengen lassen sich selbstverständlich auch kombinieren und in manchen Fällen sogar gleichzeitig anwenden und es dürfte die Ausbildung dieser Verfahren noch ungeahnt günstige Resultate zeitigen.

β) Grundwasser.

Art des Vorkommens. Das Grundwasser kommt in der Natur in verschiedenen Vertheilungsweisen vor. Es kann mehr oder minder mächtige unterirdische Ansammlungen bilden, welche, den Seeen unserer Erdoberfläche vergleichbar, aber im Gegensatz zu diesen mit den Bestandtheilen der wasserführenden Schichten vollständig ausgefüllt sind, oder es tritt in Form von unterirdischen Strömungen auf. Aus Grundwasserbecken und aus genügend mächtigen Grundwasserströmen erfolgt die Wasserentnahme durch Brunnen. Aus breiten aber seichten Grundwasserschichten dagegen, sowie bei schmalen Einzelflüssen wird das Wasser zweckmässig durch Galerieen oder Sammelanlagen gewonnen, welche das entnommene Wasser entweder mit freiem Gefälle einem ober- oder unterirdisch liegenden Sammelbehälter, welcher im letzteren Fall meist als Brunnen ausgebildet wird, zuführen. Wir haben hierbei ähnlich wie bei den Einzelversorgungen gemauerte Schachtbrunnen und Röhrenbrunnen zu unterscheiden.

Brunnen.

Galerieen od. Sammelanlagen.

Betreffs des nöthigen Schutzes vor äusseren Verunreinigungen und der Vortheile, welche in dieser Hinsicht die Röhrenbrunnen vor den Schachtbrunnen voraus haben, kann auf das bei den Einzelversorgungen Gesagte verwiesen werden. Es erscheint aber angebracht, an dieser Stelle darauf hinzudeuten, dass bei den einer centralen Wasserversorgung dienenden Schachtbrunnen eine Infection von aussen kaum mehr zu befürchten steht, weil abgesehen von der gediegenen Ausführung, welche bei Centralanlagen gegenüber den Einzelanlagen gewöhnlich statt hat, eine stete sachverständige Ueberwachung vorhanden ist, während allerdings bei Röhrenbrunnen eine Infektion vollständig ausgeschlossen erscheint.

Schachtbrunnen. Die Schachtbrunnen sind mit Vortheil dann anzuordnen, wenn man es mit einem starken, in einem mehr grobkörnigen Untergrunde sich bewegenden Grundwasserstrom zu thun hat. Ist die Grundwasser führende Schicht sehr durchlässig, oder von zwei undurchlässigen Schichten derart eingeschlossen, dass das Grundwasser unter einem inneren Druck steht, also eine artesische Strömung bildet, so werden Brunnen mit undurchlässigen Wänden angewendet, da in solchen Fällen das durch die Sohle des Brunnens eindringende Wasser in hinreichender Mächtigkeit erschürft wird. Die Weite der centralen Schachtbrunnen mit undurchlässigen Wänden wechselt von 2—15 m. — Wenn die undurchlässige Schicht feinkörniger Natur ist, werden die Schachtbrunnen mit durchlässigen Wänden hergestellt, um dem Grund-

Undurchlässige Brunnenwände.

wasser leichteren Zutritt zu gestatten und dadurch den Brunnen möglichst ergiebig zu machen. Die Durchlässigkeit der Wände wird dadurch erreicht, dass innerhalb der wasserführenden Schicht entweder die Fugen des Mauerwerks offen gelassen, also derselbe trocken hergestellt, oder dass durchlochte Steine in Anwendung gebracht werden. Durchlässige Brunnenwände.

Zur Beschaffung grösserer Wassermengen, als nach Lage der jeweiligen Verhältnisse einem Brunnen entnommen werden können, werden nicht selten bei umfangreichen Wasserversorgungen mehrere Brunnen erbaut und die Wasserentnahmerohre derselben an ein Hauptversorgungsrohr angeschlossen, die Brunnen also gekuppelt. Hierbei ist darauf zu sehen, dass dieselben in solcher Entfernung von einander angelegt werden, dass sie sich nicht gegenseitig das Wasser entziehen. Anordnung mehrerer Brunnen.

Die Weite der Schachtbrunnen ist stets so zu bemessen, dass bei der grössten Wasserentnahme weder im Brunnen selbst, noch beim Eintritt in denselben durch zu grosse Geschwindigkeit Sand mitgeführt wird. Weite der Schachtbrunnen.

Die grossen Schachtbrunnen haben vor den Rohrbrunnen den praktischen Vortheil, dass sie in allen ihren Theilen leicht zugänglich sind und desshalb Reparaturen leichter ausgeführt und die Ursachen von etwaigen Betriebsstörungen schneller entdeckt und beseitigt werden können. Vortheile der Schachtbrunnen.

Die Röhrenbrunnen sind an solchen Orten am Platze, wo das Grundwasser sehr tief liegt oder die Grundwasser führende Schicht bei einer immerhin noch bedeutenden Tiefenlage und Mächtigkeit aus sehr feinkörnigen Theilen besteht. Der Rohrmantel wird, soweit er die Grundwasser führende Schicht durchsetzt, mit Schlitzen oder Löchern versehen, welche dem Wasser Eintritt gestatten. Hierdurch können mit verhältnissmässig geringen Kosten durch die Röhrenbrunnen Grundwasserschichten von grosser Tiefe erschlossen und das Grundwasser verschiedener über einander liegender, durch wasserundurchlässige Schichten getrennter Grundwasserbecken oder -Strömungen dienstbar gemacht werden. Röhrenbrunnen.

Betreffs der Herstellungsweise unterscheiden sich die Rohrbrunnen von den Schachtbrunnen dadurch, dass jene stets eingerammt, eingebohrt oder eingespült werden, während diese entweder ausgeschachtet, durch Ausbaggerung versenkt, seltener mit Hülfe pneumatischer Gründung hergestellt, oder endlich in einzelnen Fällen, unter Anwendung des Pötsch'schen Gefrierverfahrens errichtet werden. Herstellungsweise.

Bei genügender Mächtigkeit der Grundwasserschicht kann auch ein einziger dieser Rohrbrunnen, welche in lichten Weiten bis meist 60 cm hergestellt werden, das ausreichende Wasserquantum liefern: in der Regel aber wird für grosse Wasserversorgungen ein Brunnen nicht hinreichen. In solchen Fällen werden Doppelbrunnen errichtet oder mehrere Röhrenbrunnen, nach Verkuppelung ihrer Entnahmeröhren, im Kreise aufgestellt und bilden so den Ersatz eines grossen gemauerten Brunnens. Bei weiter erforderlicher Vermehrung der Wasserquantität sind mehrere derartige Ringanlagen zu errichten.

Anordnung mehrerer Röhrenbrunnen.

Ringbrunnen.

Ein anderer Weg zur Erschliessung grösserer Grundwassermengen — insbesondere wenn es sich um weit ausgedehnte, wenig mächtige Grundwasserströme oder Becken handelt, oder wenn man es mit einem Terrain zu thun hat, welches in unregelmässigem und raschem Wechsel die Grundwasserschichten birgt — besteht darin, an recht vielen Stellen das Grundwasser mittelst kleiner Rohrbrunnen anzuzapfen. Dieselben bilden gleichzeitig Saugröhren, sind 4—15 m von einander entfernt und werden zu je 10—20 zu einem Brunnenelement verbunden und unter Einschaltung eines Abstellschiebers, sowie eines Wasser- und Vacuummessers an ein Hauptsaugrohr angeschlossen. Die Weite der Brunnen beträgt hierbei meist nur 50—75 mm, wobei das einzelne Rohr nur $^1/_4$ — 4 sec-l zu liefern nöthig hat. Das Hauptsaugrohr liegt entweder in nur geringer Entfernung von der Oberfläche, ja sogar, freilich in nicht empfehlenswerther Weise, oberirdisch, oder, wenn der Grundwasserspiegel tiefer liegt, von der Oberfläche entsprechend entfernt. Bei Entfernungen über etwa 6 m wird dasselbe vortheilhaft in einen auf Tunnelart hergestellten Canal verlegt. Die Hauptsaugröhren führen alsdann zu einer gemeinsamen Pumpanlage. Man kann auf diese Weise Grundwasserströme oder Becken in beliebiger Breite und bei geringer Senkung des Grundwasserspiegels erschliessen. Derartige Anlagen sind in Brooklyn und in Frankfurt a. M. ausgeführt. Die erforderliche Bauzeit ist eine sehr geringe, die Baukosten mässige, sodass ihre Ausführung, wo irgend zulässig, dringend empfohlen werden kann.

Verbindung vieler kleiner Rohrbrunnen.

Vorzüge der gekuppelten kleinkalibrigen Rohrbrunnen.

Das Grundwasser führt gewöhnlich kleine Sand- und auch Schlammtheile mit sich, welche durch die Oeffnungen der Brunnenrohre hindurchgehen und das geförderte Wasser trüben. Die hiergegen zu treffenden Vorkehrungen bestehen darin, dass entweder durch Drahtsiebe (Tressengewebe) oder durch Sandvorlagen die vom Wasser mitgeführten Körper zurückgehalten werden. Die Drahtsiebe werden in das Brunnenrohr in Form von herausnehmbaren Filterkörben derart eingesetzt, dass das durch die Schlitze des Brunnenrohres eintretende

Filterkörbe.

Wasser zuerst durch die Filterkörbe gehen muss, ehe es zu dem Entnahmerohr gelangt. Mit der Zeit eintretende Verstopfungen des Drahtgewebes sowie Ablagerungen im Brunnenrohr unterhalb des Filterkorbes werden beseitigt, indem mittelst zweier nächst der Sohle des Brunnenrohres ausmündender Rohre durch den Raum zwischen Filterkorb und Rohrsohle ein lebhafter Spülstrom hindurchgeleitet wird, wodurch die Schlamm- und Sandtheile zur Oberfläche befördert werden (Wasserversorgung von Mannheim). Reicht die Ausspülung nicht aus, so können der Filterkorb und die Spülleitungen mit dem Entnahmerohr aus dem Brunnenrohr gezogen und oberirdisch gereinigt werden, während der Schlamm und Sand am Boden dieses Rohres mittelst eines an einem Gestänge befestigten Löffelbaggers hervorgeholt wird. **Ausspülung.**

Auswechselbare Sandvorlagen. Die Sandvorlage wird entweder als auswechselbare oder als ständige angewendet. Im ersteren Fall werden zwischen Entnahmerohr und äusserer Brunnenschale mit Hülfe von Blechschablonen concentrische Sandringe eingeschüttet, deren Korngrösse von aussen nach innen, dem Entnahmerohr zu, zunimmt. Es wird auf diese Weise ein Sandfilter hergestellt, wodurch alle vom Wasser mitgeführten Theile zurückgehalten werden. Wenn sich das Filter zugesetzt hat, so wird das Entnahmerohr ausgezogen, der Sand ausgelöffelt und nach Wiedereinsetzen des Rohres frisches Sandmaterial eingebracht.

Ständige Sandvorlagen. Die ständigen Sandvorlagen kommen meist dann in Anwendung, wenn nur das Entnahmerohr im Boden verbleibt und die Bohrschale nach geschehener Bohrung wieder beseitigt wird. In diesem Fall wird der Raum zwischen den beiden Röhren mit Sand, dessen Korngrösse nach innen zunimmt, ausgefüllt und dann das Bohrrohr ausgezogen, so dass die Sandvorlage mit der Grundwasser führenden Schicht in unmittelbarer Berührung steht. In vielen Fällen erfüllen derartige Sandvorlagen auch den Zweck der geordneten und leichteren Zuleitung zu den Eintrittsöffnungen im Entnahmerohr.

Das zuletzt beschriebene Verfahren wird zweckmässig dann angewendet, wenn das Grundwasser keinerlei Schlamm mitführt, und es sich nur darum handelt, Sandtheilchen, welche beim Anlagern an die Sandvorlage keine Verstopfung herbeiführen, bei der Wasserentnahme zurückzuhalten.

Zurückhaltung von Schlamm- und Sandtheilchen bei gemauerten Brunnen. Bei gemauerten Brunnen sind besondere Vorrichtungen zur Zurückhaltung von Schlamm- und Sandtheilchen meist nicht nöthig, weil die Geschwindigkeit des in den Brunnenkessel eintretenden Wassers in vielen Fällen eine so geringe ist, dass keine Sinkstoffe mitgerissen werden und wenn dennoch dieser Fall eintritt, die Sink-

stoffe in dem verhältnissmässig weiten Brunnenschachte nicht den aufsteigenden Weg zum Saugrohr einschlagen, sondern sich zu Boden setzen. Ein zeitweises Reinigen vom Bodensatz durch Ausbaggern und Ausspülen der Brunnensohlen genügt daher. Wo Sandvorlagen sich doch nothwendig erweisen, kann entweder eine solche vor den Brunnenmantel in unmittelbaren Anschluss an den Grundwasserträger oder zwischen doppelten Brunnenwänden angeordnet werden, oder endlich, was meist das Zweckmässigste ist, am unteren Ende des Entnahmerohres selbst wird ein auswechselbarer Filterkorb mit Sandeinlage und Drahtumhüllung angebracht.

Die bei Einzelversorgungen verwendeten einfachen abessynischen Brunnen, bei welchen das Bohrrohr gleichzeitig Entnahme- und Saugrohr ist, können nur unter besonders günstigen Umständen, in grösserer Zahl vereinigt, als Wassergewinnungsanlage für Centralversorgungen dienen. da sich wohl selten eine ausreichende Grundwassermenge in genügender Reinheit in den hierbei in Betracht kommenden Tiefen von 4 bis höchstens 8 m vorfindet. —

Galerieen u. Sammelanlagen.

Die Gewinnung des Grundwassers durch Sammelanlagen erfolgt stets nach den für Drainagen massgebenden Grundsätzen. Das Grundwasser lässt sich sammeln durch offene Gräben, durch Sickerungsanlagen, durch besondere Sammelröhren oder Sammelcanäle und endlich durch begehbare Sammelleitungen. Mit Ausnahme der offenen Gräben werden die genannten Sammelanlagen auch mit dem Namen Galerieen bezeichnet. Alle beruhen auf dem Prinzip, dem Grundwasser innerhalb seines Trägers leichtere Abzugswege, denen es folgt, zu verschaffen und es dadurch zu sammeln. In der Regel sollten hierbei die Sammelanlagen in die wasserundurchlässigen Schichten eingeschnitten oder denselben unmittelbar aufgelagert sein. damit ein Durchgang des Wassers unterhalb der Sammelanlagen vermieden wird.

Prinzip, auf welchem sie beruhen.

Offene Gräben.

Die offenen Gräben sind bei hochliegenden Grundwasserspiegeln und in solchen Gegenden anwendbar, welche spärlich bewohnt sind. so dass Verunreinigungen durch menschliche Abfälle als ausgeschlossen gelten können. Durch die Thier- und Pflanzenwelt wird aber das in offenen Gräben gesammelte Wasser meist so verunreinigt, dass das gewonnene Wasser vor dem Gebrauche einer Reinigung unterzogen werden muss. Da es auch allen Temperatureinflüssen unmittelbar ausgesetzt ist, so sind offene Gräben für Wasserfassungen nicht zu empfehlen.

Sickerungen.

Sickerungen werden dadurch hergestellt. das die in das Grundwasser möglichst tief hineinreichenden Gräben mit Kies und Steinen

ausgesetzt werden, durch welche das Wasser nach einem gemeinsamen Ausgangspunkt sich hindurchbewegt. Wo das Grundwasser Schlamm- und Sandstoffe mitführt, sind, gleichwie bei den nachfolgend beschriebenen Sammelröhren, Sandvorlagen anzuordnen. Gegen Verunreinigung von aussen sollten die Sickerungen dadurch geschützt werden, dass sie nicht unter 2 m Deckungshöhe erhalten. Durch Sickerungsanlagen kann mit Vortheil das in Abhängen sich bewegende Untergrundwasser erschlossen werden. Sickerungen durch Packungen aus Faschinen sind unbedingt für Wasserfassungen zu verwerfen, da das Holz mit der Zeit verfault und dem Wasser dadurch organische Stoffe zugeführt werden.

Die Wassergewinnungsanlagen durch Sammelröhren werden entweder durch Drainageleitungen aus 50—175 mm weiten, 250—300 mm langen, gut gebrannten und unglasierten Thonröhren, welche stumpf aneinander gestossen werden und durch deren Stösse das Wasser eindringt, gebildet; oder es werden Thon- sowie Cementröhren mit gelochten Wandungen bezw. seitlichen Schlitzen verwendet. Zum Schutz gegen Verunreinigungen ist auch hier die Fassungsanlage möglichst tief, mindestens mit 2 m Deckung, zu verlegen. Bäumen und Sträuchern ist sorgfältig aus dem Wege zu gehen, da deren Wurzeln mit Vorliebe in die Leitungen eindringen und in denselben durch Wucherungen den sogenannten Fuchsschwanz erzeugen, durch welchen die Röhren vollständig verstopft werden können. Sammelröhren.

Wenn die Grösse der zu erschürfenden Wassermengen wächst, oder wenn die Grundwasserschichten in solchen Tiefen liegen, dass die Fassungsanlage bergmännisch ausgeführt werden muss oder ein Wiederfreilegen der Wassergewinnungsanlagen behufs Revision sehr kostspielig würde, so werden Sammelcanäle in solchen Dimensionen hergestellt, dass sie begehbar sind. Die Seitenwände oder auch die Gewölbedecke werden alsdann durchlässig angelegt, wodurch dem Wasser der Eintritt ermöglicht wird, während die wasserdicht gemauerte Sohle zum Abfluss dient. Sammelcanäle.

Die Galerieen bilden insbesondere in gebirgigen Gegenden den Uebergang der Grundwasserfassungen zu Quellwasserfassungen. Bei derartigen Anlagen erkennt man desshalb auch am Besten, dass zwischen Grund- und Quellwasser kein wesentlicher Unterschied besteht und dass beide mit Rücksicht auf etwaige specifische Eigenschaften nicht zu einander in Gegensatz gestellt werden können. — Uebergang der Grundwasserfassung zur Quellwasserfassung.

Die Einsenkungen längs des Laufes der Flüsse bilden häufig das Ziel von Grundwasserströmungen, welche entweder in den Fluss zum unterirdischen Auslauf gelangen oder längs und unter diesem Brunnen u. Galerieen in der Nähe von Flüssen.

als mehr oder minder mächtige Strömungen und Becken auftreten. Durch Brunnen und Galerieen, welche in der Nähe und längs der Flüsse angelegt werden, kann derartiges Grundwasser gewonnen werden. Es ist hierzu aber zu bemerken, dass bei grossen Wasserentnahmen, wenn der Grundwasserspiegel stark abgesenkt wird, sowie bei Hochwasser der Flüsse, wegen des in diesen Fällen eintretenden Ueberdrucks des Flusswassers ein Zuströmen des letzteren zu den Wasserfassungsanlagen stattfinden kann und man dann anstatt des gewünschten Grundwassers verdächtiges Flusswasser pumpen würde. Es kann hierbei allerdings der günstige Fall eintreten, dass das Flusswasser auf seinem Weg zu den Wasserentnahmestellen vollständig ausreichend filtriert wird. Indess darf hierauf von vornherein nicht gerechnet werden, und es ist desshalb unbedingt erforderlich, genaue Untersuchungen anzustellen, welche darüber Klarheit geben, ob die Möglichkeit vorliegt, dass sich das Flusswasser mit dem dienstbar gemachten Grundwasser mischt, ob diese Mischung in Folge einer stattfindenden natürlichen Filtrierung unbeanstandet bleiben darf, oder ob nicht am Ende anstatt des vermeintlichen Grundwassers der Hauptsache nach Flusswasser gepumpt wird. Im letzteren Fall wird die natürliche Filtration in den seltensten Fällen ausreichen, um ein gesundheitlich zulässiges Wasser jederzeit zu liefern, und wenn es der Fall, so liegt die Gefahr nahe, dass die filtrierenden Schichten sich mit Schlamm durchsetzen und die Wasserergiebigkeit immer mehr nachlässt. Werden die Durchgangsschichten zwischen Flusswasser und Fassungsanlagen durch grobkörnige Ablagerungen gebildet, so bietet die Wasserentnahme längs der Flüsse aus diesen Schichten, gegenüber der unmittelbaren Entnahme des Flusswassers, den Vortheil, dass eine gleichmässigere Temperatur des Wassers, sowie eine gewisse Vorreinigung erzielt werden und durch letztere die nachfolgende Reinigung des Wassers mittelst künstlicher Filteranlagen wesentlich erleichtert und verbilligt wird.

Beziehungen zwischen Grundwasser und Flusswasser.

In der Nähe des Meeres und auf Inseln bestehen die Wassergewinnungsanlagen gewöhnlich aus Brunnen oder Galerieen. Bei solchen Wasserfassungsanlagen ist zu beachten, dass sie weit genug in das Land hinein verlegt werden müssen, um gegen Seewasserzudrang bei der Entnahme gesichert zu sein. In den Dünen handelt es sich fast stets um die Gewinnung des einsickernden Regenwassers und des sich an der ungeheuer grossen Fläche der Sandkörner bildenden Condensationswassers. Diese Wässer werden zweckmässig entweder, während sie der Tiefe zurieseln, durch Sickercanäle oder Drainagen gefasst, oder man lässt sie auf der wasserundurchlässigen Schicht sich sammeln und gewinnt sie mittelst Brunnen, welche in den Einsenkungen

Brunnen u. Galerien in der Nähe des Meeres und auf Inseln.

dieser Schicht angeordnet werden. Es sei hierbei auf die Thatsache hingewiesen, dass das Meerwasser des Untergrundes selbst die wasserundurchlässige Schicht bilden kann, auf welchem das Süsswasser in ähnlicher Weise aufruht, wie eine auf Wasser ausgebreitete Oelschicht (Norderney). —

Artesische Brunnen.

Artesische Brunnen werden selten in solcher Mächtigkeit erbohrt, dass die erhaltene Wassermenge für centrale Anlagen ausreichend erscheint. Da ausserdem nie mit Sicherheit zu bestimmen ist, wo artesische Grundwasseransammlungen vorhanden sind und erbohrt werden können, so kommt die Anlage artesischer Brunnen für Wassergewinnung zu allgemeinen Versorgungen nicht in Betracht. —

Grundwassersperren.

In Gegenden, in welchen der unterirdische Verlauf des Grundwassers in der Weise erfolgt, dass die undurchlässige Schicht ein thalförmiges Becken bildet, während weiterhin durch Zusammenrücken der Seitenwände das Querprofil des Grundwasserträgers verhältnissmässig klein sich gestaltet, kann das Grundwasser durch Anlage unterirdischer Staudämme oder Staumauern in analoger Weise aufgestaut und aufgespeichert werden, wie das Oberflächenwasser durch Thalsperren. Das solcherart angesammelte Wasser hat in qualitativer Hinsicht die Vorzüge des Grundwassers und in quantitativer Beziehung annähernd die Vorzüge des See- und Flusswassers. Indessen gestatten die geognostischen Terrainverhältnisse solche Sperren nur selten. —

Verbindung von Brunnen mit Galerieen.

In manchen Fällen lässt sich vortheilhaft Wasser in grossen Mengen dadurch beschaffen, dass von einem Schachtbrunnen aus die Wasser führende Schicht auch seitlich angezapft wird. Dies kann geschehen durch Eintreiben von gelochten Eisenröhren oder durch Anlage von gemauerten Stollen mit Sickeröffnungen, welche einzeln oder in grösserer Anzahl von dem Brunnen aus den Grundwasserträger durchziehen.

c. Künstliche Reinigung des Wassers.

Wir haben gesehen, dass das Oberflächenwasser in den meisten Fällen Sink- und Schwebestoffe enthält und bei diesem Wasser stets die Gefahr vorliegt, dass den in ihm enthaltenen Bakterien pathogene Arten beigesellt sind. Die Sinkstoffe können beseitigt werden durch Ablagerung aus ruhig stehendem oder nur mit geringer Geschwindigkeit sich fortbewegendem Wasser. Aufgabe der künstlichen Filtration ist es, die suspendierten Schlammtheile des Wassers zurückzuhalten und dasselbe keimfrei zu machen.

Beseitigung der Sinkstoffe.

Beseitigung der suspendierten Stoffe.

Wir haben ferner gesehen, dass das Wasser, insbesondere das

Grundwasser, nicht selten so viel Eisen enthält, dass dasselbe zu Trinkwasserversorgungen unbrauchbar wird. Erst neuerdings existieren im Grossen anwendbare, von wirklich praktischem Erfolg begleitete Verfahren, durch welche das im Grundwasser vorkommende Eisen ausgeschieden werden kann.

Beseitigung von Eisen.

Hiernach handelt es sich bei der künstlichen Wasserreinigung um Klärung, Filtration und Eisenausscheidung.

α) Reinigung des Wassers durch Ablagerung (Klärung).

Wenn getrübtes Wasser ruhig steht, so zeigt sich, dass alle in ihm enthaltenen Sand- und Schlammtheilchen, deren specifisches Gewicht grösser als das des Wassers ist, aus demselben ausfallen und sich zu Boden setzen. Das Niedersinken geschieht mit verschiedener durch den Widerstand des Wassers bedingter Geschwindigkeit derart, dass die specifisch schwersten Körper am schnellsten zur Ablagerung gelangen. Die im Wasser schwebenden feinsten Sinkstoffe, z. B. Thontheile, fallen selbst bei lange währender Ruhezeit des Wassers nicht aus und es hat daher zur Beseitigung dieser und der sonstigen leichteren Schwebekörperchen stets eine Filtration nach der Klärung zu erfolgen, sofern man es nicht in besonderen Fällen nur mit der Ausscheidung von leicht sich ablagernden Sandmengen zu thun hat.

Filtration hat der Klärung nachzufolgen.

Gewöhnlich wird die Reinigung von allen denjenigen Körpern, welche nach einer Ablagerung von 8—24 Stunden Dauer noch nicht ausgeschieden sind, der Filtration überlassen. Um die Entwickelung der Bakterien nicht zu fördern, erscheint es geboten, die Ablagerungszeit möglichst zu beschränken. Die Ablagerung kann auch dadurch bewirkt werden, dass das Wasser während der Ablagerungszeit nicht stillsteht, sondern im Reinigungsbecken sich mit einer geringen, 0,5—2 mm betragenden Geschwindigkeit fortbewegt. Hierdurch erreicht man im Gegensatz zum ersteren Fall einen continuierlichen Betrieb, welcher nur unterbrochen werden muss, um den angesammelten Niederschlag zu beseitigen.

Dauer der Klärung.

Periodischer und continuierlicher Betrieb.

Die Klärbecken werden meist als offene, ausgepflasterte oder ausgemauerte Gruben von 2—4 m Tiefe construiert, deren Breite gewöhnlich zwischen 5 und 15 m wechselt. Ihre Länge ist stets wenigstens gleich der Breite, in der Regel das 2—5fache derselben. Die Klärbecken werden zum Mindesten doppelt angelegt, um einen fortwährenden Betrieb sicher zu stellen. Nicht selten werden sie zum Schutz gegen Hitze und Kälte überwölbt. Ein hygienisches Bedenken wegen der möglichen Verunreinigung kann gegen offene Ablagerungs- oder auch Filterbecken nicht erhoben werden, weil dieselbe

Construction der Klärbecken.

Offene und überwölbte Becken.

in keinem Verhältniss steht zu der bereits vorhandenen und den folgenden Reinigungsprozess nicht im geringsten schwieriger und kostspieliger macht. Dagegen wird in vielen Fällen die Rücksicht auf die Erreichung einer gleichmässigen, nicht zu hohen Temperatur des Wassers zu Gunsten der Ueberwölbung ausschlaggebend sein.

Das Wasser soll behufs möglichst gleichmässiger Breitenvertheilung im Becken stets in einer dünnen, die ganze Breite des Beckens einnehmenden Schicht ein- und ausfliessen. Die völlige Ausnutzung des Beckenquerschnittes beim Durchfluss wird durch Eintauchplatten oder Quermauern am Ein- oder Ausgange erreicht.

Bei stark getrübten Wässern ist die Methode der Reinigung durch Ablagerung behufs Gewährleistung eines regelmässigen Filterbetriebes zur Anwendung unbedingt zu empfehlen, da die durch die Ablagerung erfolgte Beseitigung der gröberen im Wasser enthaltenen Schlammtheile einer zu schnellen Ueberbürdung der Filteranlage vorbeugt.

β) **Filtration.**

Das Wesen der Filtration besteht darin, dass die im Wasser enthaltenen Unreinigkeiten theils von den engen Zwischenräumen der Filterschicht auf deren Oberfläche zurückgehalten werden, theils die einzelnen Filterkörperchen umhüllen und hierdurch auf der Filteroberfläche eine dünne Schlammdecke und unter dieser eine Schleimhaut bilden, wodurch auch die feinsten Schlammtheile, einschliesslich der Bakterien, an dem Durchgange gehindert werden. Die Schlammdecke und die Schleimhaut werden hierdurch zu einer Stätte organischen Lebens, welches einerseits die weniger lebenskräftigen Bakterienarten vernichtet, andererseits dem Wasser entweder unmittelbar, oder infolge von Oxydationsvorgängen organische Substanz entzieht. Wesen der Filtration.

Für die Filtration im Grossen ist das Sandfilter das einzig bewährte. Durch dasselbe gelingt es, klares Trinkwasser zu gewinnen, dessen Bakterienzahl im ccm die zulässige Grenze nicht übersteigt, auch wenn das unfiltrierte Wasser hohe Keimgehalte (bis 100000) aufweist. Sandfilter, das allein bewährte Filter.

Die Einrichtung des Sandfilters ist derart, dass die filtrierende feine Sandschicht auf einer immer gröber werdenden Unterlage aufruht. Hierbei ist etwa nachstehende Reihenfolge von oben nach unten einzuhalten: Filteraufbau.

Feiner Filtersd.	v. 0,5—1 mm	Korngrösse in	0,6—1,2 m Schichtenhöhe.
Grober Sand	„ 3—4 „	„ „	0,05 m Stärke,
Kies	„ 10—20 „	„ „	0,08 „ „
„	„ 20—30 „	„ „	0,12 „ „

Grober Kies v. 30— 60 mm Korngrösse in 0,15 m Stärke
und zuletzt Steine „ 60—200 „ „ „ 0,25 „ „

Es ist von der grössten Wichtigkeit, dass die gewählte Korngrösse der Sandschichten eine absolut gleichmässige ist, weil nur dadurch das Filter vollständig gleichmässig arbeitet, d. h. jede Quadrateinheit der Filterfläche bei demselben Ueberdruck dieselbe Wassermenge abgiebt.

Das Wasser erhält eine Tiefe von 0,6—1,2 m über der Sandoberfläche.

In die Steinschicht werden an die tiefsten Stellen Sickercanäle eingelegt, durch welche das filtrirte Wasser zum Ausfluss kommt. Am Besten sind hierzu Backsteincanäle geeignet. Das Filtermaterial ist in allen Fällen in gemauerten Behältern unterzubringen.

Ueberwölbung der Filter.

Betreffs der Frage der Ueberwölbung der Filter ist zu bemerken, dass überwölbte Behälter bis zu 50% Mehrkosten erfordern und dass aus diesem speciellen Grunde die Ueberwölbung häufig unterlassen wird. Da unter dem Einfluss des Lichtes chlorophyllhaltige Zellen sicherlich zur Zerstörung der organischen Substanz eine mächtige Hülfe zu leisten vermögen und auch durch die Wolffhügel'schen Untersuchungen festgestellt ist, dass die offenen Filter keimdichter arbeiten als die bedeckten, so würde es sich empfehlen, bei grösseren Anlagen nur so viel Filterfläche zu überwölben, als für den Winterbetrieb unbedingt nöthig ist und demgemäss auf die bessere Temperaturausgleichung durch die Filterbecken in der warmen Jahreszeit zu verzichten, dieselbe dem Reinwasserbehälter uud dem Rohrnetz überlassend. Allerdings wird Letzteres nur dann angängig sein, wenn es sich nicht um zu grosse Temperaturunterschiede handelt, in welchem Fall auch für den Betrieb in heissen Sommerzeiten überwölbte Filterflächen zur Verfügung stehen müssten.

Vor- und Nachtheile der offenen u. überwölbten Filter.

Weiter ist bei der Entscheidung der Frage, ob und in welcher Ausdehnung offene Filterbecken anzulegen sind, die Erwägung massgebend, dass der Filterbetrieb bei offenen Filtern theuerer ist als bei überwölbten, weil das offene Filter wegen der durch das Licht begünstigten Entwickelung der chlorophyllhaltigen Zellen schneller undurchlässig wird als das bedeckte und daher öfter gereinigt werden muss als das letztere. Auch sind die baulichen Unterhaltungskosten grössere, weil das Mauerwerk mehr unter atmosphärischen Einflüssen leidet. Die Wahl zwischen offenen und überwölbten Filtern hat daher in jedem einzelnen Falle unter Abwägung der bei den betreffenden örtlichen Verhältnissen statthabenden Vor- oder Nachtheile nach den besprochenen Richtungen hin zu geschehen.

Grösse.

Für die Grössenverhältnisse der Filteranlagen ist in erster Linie

die Leistungsfähigkeit des qm Filterfläche massgebend. Dieselbe ist abhängig von der Durchflussgeschwindigkeit, welche dem Wasser gegeben werden kann und diese wieder von dem zur Anwendung gelangenden Ueberdruck. Eingehende Untersuchungen haben gezeigt, dass die Durchflussgeschwindigkeit durch das Filter 100 mm in der Stunde nicht überschreiten sollte. Demgemäss liefert ein qm Filterfläche im Tag 2,4 cbm Reinwasser. Im Beginn einer Filterperiode ist nur ein Filterdruck von einigen cm erforderlich, um diese Durchgangsgeschwindigkeit zu erzeugen. Mit zunehmender Dicke und Dichtigkeit der Schlammschicht über dem Feinsand ist für die gleiche Leistung ein immer mehr wachsender Ueberdruck nothwendig, welcher aber nicht über 0,8 m steigen darf, weil sonst die filtrierende Decke durchbrochen wird und sich unmittelbare Wege nach dem Ablaufcanal bilden. Filtergeschwindigkeit.

In zweiter Linie ist für die Flächenbemessung der Filteranlagen neben der normirten Leistungsfähigkeit für das qm das Bedürfniss nach Reservefläche entscheidend. Eine solche ist nothwendig, weil bei, Inbetriebsetzung eines Filters das zuerst ablaufende Wasser so lange bis die sich bildende obere Schlammschicht zur genügenden Wirksamkeit kommt, unbrauchbar ist. Ferner muss bei einem im regelmässigen Betriebe stehenden Filterwerke stets ein Theil der Filterflächen durch Ablösen eines Streifens der oberen Schicht gereinigt, ein anderer mit frischem Sande beschickt werden, während andere Theile in der Entleerung oder im Wiederanlassen des Wassers begriffen sind. Es gilt als Regel, als nothwendiges Maass der Reservefläche das dreifache derjenigen Filterfläche anzunehmen, welche durchschnittlich täglich ausser Betrieb gesetzt werden muss. Dieses Maass ist aber abhängig von dem Grad der Verunreinigung des ursprünglichen Wassers und von der normierten Filtergeschwindigkeit. Die Wirkungsdauer (Laufzeit) wechselt hiernach in der Praxis von 4—100 Tagen und kann im Mittel bei 100 mm Filtergeschwindigkeit wohl zu 30 Tagen angenommen werden. Bei geringerer Geschwindigkeit wächst die Filterdauer. Reservefläche. Laufzeit.

Es empfiehlt sich dringend, für die Bemessung der nothwendigen Filterflächen die Resultate eines Versuchsfilters massgebend sein zu lassen. Erst aus einem solchen Versuch ergiebt sich nämlich mit ausreichender Sicherheit die für das in Frage kommende Wasser und das zur Verfügung stehende Sandmaterial anzunehmende Laufzeit des Filters, nachdem die vorgenommenen bakteriologischen Versuchsreihen für die zu Grunde gelgte Filtergeschwindigkeit günstige Resultate ergeben haben. Versuchsfilter.

Filteranzahl.

Es ist vortheilhaft, die gesammte Filterfläche, einschliesslich Reserve, auf mindestens 4 Filterbecken zu vertheilen, so dass das 4. Becken als Reservebecken gilt. Bei ganz grossen Wasserwerksanlagen mit 30 000—50 000 cbm täglichem Wasserbedarf sinkt die nothwendige Grösse der Reservefläche in der Regel bis auf 10 $^0/_0$ der arbeitenden Filterfläche. Die Maximalgrösse der einzelnen Becken übersteigt hierbei selten 3000 qm. Eine Beckengrösse von 2000—2500 qm erscheint am empfehlenswerthesten.

Nothwendigkeit eines regelmässigen Filterbetriebes.

Ein möglichst bakterienfreies und überhaupt reines Filtrat kann nur erhalten werden, wenn jederzeit ein vollständig regelmässiges Arbeiten des Filters stattfindet, d. h. dasselbe bei langsam bis zur Maximalgrenze wachsendem Ueberdruck stets die seiner normalen Leistungsfähigkeit bezw. Durchflussgeschwindigkeit entsprechende Wassermenge liefert. Um dies zu erreichen, kann entweder, bei stets gleichbleibendem mit dem Maximalwasserstand des Filters zusammenfallendem Wasserniveau, der für die regelmässige Filtration erforderliche Ueberdruck durch eine Regulierkammer mit wechselndem Wasserstand erzeugt werden, oder es wird dem Filter stets das gleiche normale Wasserquantum zugeleitet, welches dasselbe alsdann unter allmählichem Steigen seines Wasserspiegels so lange bewältigt, bis der zulässige Ueberdruck und damit das Ende der Laufzeit erreicht ist. Ein konstanter Wasserstand in den Filterbecken ist in der Praxis meist vorzuziehen und die Anordnung von besonderen Regulierkammern an dem Filterablauf bildet daher die Regel. Es sind zweierlei Arten von solchen Kammern im Gebrauch.

Gill'sche Regulierkammer.

Die Gill'sche Regulierkammer besteht aus 2 Theilen: einer Vorkammer und einer Aichkammer, welche durch eine Scheidemauer von einander getrennt sind. Die Vorkammer steht mit dem Reinwassercanal des betreffenden Filterbeckens in directer Verbindung; mit der Aichkammer ist sie durch eine in der Scheidemauer angebrachte, mit Stellschieber versehene, kreisrunde Oeffnung verbunden. Die Aichkammer giebt ihr Wasser durch eine etwas über der Höhe der obersten Sandschicht liegende horizontale Ueberfallkante an die zum Reinwasserbehälter führende Wasserleitung ab. Die Breite des Ueberfalles ist so eingerichtet, dass bei einer bestimmten, in der Aichkammer vorhandenen Wasserhöhe über der Ueberlaufkante — meist 15 cm — in der Zeiteinheit die normale Wassermenge zum Abfluss kommt. Wird nun durch den Stellschieber zwischen Vor- und Aichkammer der Wasserzufluss nach letzterer so normiert, dass die Wasserhöhe daselbst stets die gleiche bleibt, so ist man sicher, dass vom Filter immer die normale Wassermenge abfliesst. Das Niveau der

Vorkammer ist hierbei veränderlich. Zu Beginn der Laufzeit liegt es nur wenige cm unter dem Niveau des Wassers im Filterbecken. Der die Regulierkammer von der Aichkammer trennende Schieber darf daher nur wenig geöffnet sein, weil der Unterschied ihrer Wasserstände und damit die für den Durchfluss durch den Schieber massgebende Druckhöhe anfangs am grössten ist. In dem Maasse, als während der Filterperiode die nothwendige Druckhöhe zunehmen muss, um stets die gleiche Wassermenge zu liefern, lässt man durch allmähliches Oeffnen des Schiebers den Wasserstand in der Vorkammer sinken. Hierbei ist darauf zu sehen, dass der Schieber stets nur so weit geöffnet wird, als nöthig ist, das Wasserniveau in der Aichkammer auf gleicher Höhe zu erhalten. Ein in dieser angebrachter Schwimmer, welcher oberirdisch mit einem Zeiger verbunden ist, giebt den normalen Wasserstand in der Aichkammer an. In derselben Weise ist der Wasserstand in der Vorkammer und damit der Ueberdruck, unter welchem das Filter jeweilig arbeitet, erkennbar.

Durch verschiedene Festsetzung der Ueberfallhöhe bezw. des Normalwasserstandes der Aichkammer kann die Filtergeschwindigkeit geändert werden. Es ist hierdurch möglich, die für jedes Filter erfahrungsmässig rationellste Geschwindigkeit zur Anwendung zu bringen, also einerseits beim Auftreten epidemischer Krankheiten (insbesondere Typhus und Cholera) an solchen Orten, von welchen aus die Möglichkeit der Infection des Rohwassers durch derartige Krankheitskeime vorliegt, mit besonders geringer Geschwindigkeit (50 mm) zu filtrieren, und andererseits bei grösserem Wasserverbrauche in unverdächtigen Zeiten die Filtergeschwindigkeit zu vergrössern (bis höchstens 100 mm in der Stunde) und dadurch Betriebsersparnisse eintreten zu lassen. Durch die ablesbaren Schwimmerstände der beiden Abtheilungen der Regulierkammer kann jederzeit sofort ersehen werden, mit welcher Geschwindigkeit und mit welchem Ueberdruck die Filteranlage arbeitet und wie lange sie voraussichtlich noch in Betrieb bleiben kann. Nachlässigkeit des Filterwärters in der Handhabung des Schiebers kann daher leicht entdeckt und geahndet werden. Durch Anbringung von selbstthätigen Alarmsignalen, welche bei wechselndem Wasserstande der Aichkammer zur Schieberregulierung auffordern, sowie durch Einrichtungen zur Selbstregistrierung der Wasserstände in den 2 Kammerabtheilungen erhält die Gill'sche Filterkammer noch eine für den Betrieb werthvolle Beigabe. **Vortheile der Regulierkammer.**

Die Lindley'sche Regulierkammer hat eine selbstthätig wirkende Reguliervorrichtung. Vor- und Aichkammer bilden hier eine Abtheilung. In derselben sitzt ein vertikales, mit der Lei- **Lindley'sche Regulierkammer.**

tung nach dem Reinwasserbehälter in Verbindung stehendes Rohr, welches in der Höhe des Feinsandniveaus offen endet. Ueber dasselbe ist ein zweites Rohr teleskopartig geschoben, welches an seinem oberen Ende mit Schwimmern derart in fester Verbindung steht, dass es bei wechselndem Wasserstand in der Regulierkammer über dem erstgenannten Rohre auf und abgeschoben wird, wobei sein Rand stets über dem Wasserspiegel sich befindet. In geringer Tiefe unter dem Wasserspiegel sind in das äussere bewegliche Rohr Aichöffnungen eingeschnitten, welche eine bestimmte Wassermenge in das Innere des beweglichen Rohres und damit zur Reinwasserleitung einströmen lassen. Der Wasserstand in der Regulierkammer stellt sich natürlich entsprechend dieser Entnahme in's Verhältniss zu der, für die damit normirte Filterleistung, jeweilig erforderlichen Druckhöhe und damit sinkt selbstthätig der Schwimmer nebst dem mit ihm verbundenen Rohr. Dessen Aichöffnungen haben daher stets den gleichen Abstand von der Wasseroberfläche in der Regulirkammer und lassen demgemäss fortwährend dieselbe Wassermenge einströmen. Im Laufe einer Filterperiode sinkt der Schwimmer, den erforderlichen wachsenden Ueberdruck herstellend, immer tiefer, bis schliesslich das äussere Rohr mit seinem unteren Ende auf einer Flansche des feststehenden Rohres aufsitzt, sobald der grösste zulässige Ueberdruck erreicht ist. Hierdurch stellt das Filter seinen Betrieb selbstthätig ein. Durch Ueberschieben eines Ringes über die Aichöffnungen kann die Grösse derselben und damit die Filtergeschwindigkeit verschiedentlich normirt werden.

Selbstthätiger Betrieb.

Besonderer Vortheil der Lindley'schen Regulierkammer.

Die Lindley'sche Regulierkammer hat gegenüber der Gill'schen den hoch anzuschlagenden Vortheil, dass eine vollständig regelmässige Filtration — unveränderte Filtergeschwindigkeit bei ganz allmählichem Anwachsen des Ueberdruckes — ohne äusseren Eingriff gewährleistet wird und der Filterbetrieb im richtigen Zeitpunkt selbstthätig eingestellt wird. Der Wasserstand in der Regulierkammer und damit der jeweilige Filterdruck wird auch hier wieder durch einen mit dem Schwimmer in Verbindung stehenden Zeiger nach aussen hin erkennbar gemacht. —

Nothwendigkeit des gleichmässigen Wasserzuflusses nach den Filtern.

Der Wasserstand über den Filtern kann selbstredend nur dann ein constanter bleiben, wenn ausser dem gleichmässigen Abfluss auch ein gleichmässiger Zufluss des Rohwassers erfolgt. Dies ist ja in der Regel der Fall, da die Vertheilung nach den einzelnen Filterabtheilungen meist sehr gleichmässig erfolgen kann. Indess kann es doch nicht unter allen Umständen ausgeschlossen werden, dass zeitweise ein vermehrter Wasserzufluss nach den Filtern stattfindet, welcher ein Ansteigen des Wassers über den zulässigen höchsten

Wasserstand bewirken würde. Um dies zu verhüten, erhalten die Filterkammern in der Regel Ueberläufe. Dieselben werden zweckmässig in einem Uebergangsschacht, welcher den Einfluss des Rohwassers zur Filteranlage vermittelt, oder in einem in die Zuleitung eingesetzten Zwischenschacht angeordnet.

Der Entlüftung der Filterschichten ist besondere Sorgfalt zuzuwenden, da sich gezeigt hat, dass aufsteigende Luftbläschen den Zusammenhang der filtrirenden Schlammdecke zu stören vermögen und da dann ein ungenügendes Filtrat erhalten wird. Um sämmtliche Luft aus dem Filterbett austreiben zu können, sind die Reinwassercanäle und die Hohlräume der unteren Filterschichten mit der Atmosphäre durch zahlreiche an den Umfassungswänden angebrachte Lüftungsröhren zu verbinden. Dieselben gewähren alsdann der Luft bei der Füllung und Entleerung der Filter freien Aus- und Eintritt, so dass keine Luftmengen zurückbleiben, welche sich während des Betriebes ihren Weg durch die oberen Filterschichten suchen müssen. Der freie Eintritt der Luft bei der Entleerung der Filter ist desshalb erforderlich, weil jedes Filter von Zeit zu Zeit, in der Regel bei jeder Filterreinigung, ausgiebig durchlüftet werden muss, um die nach der Tiefe des Filters langsam vordringenden organischen Substanzen zu zerstören. Entlüftung.

Die Füllung der Filterkammern hat stets mit reinem Wasser von unten aus zu geschehen. Sie wird am zweckmässigsten vom Reinwasserbassin aus bewirkt. Füllung der Kammern.

Der Filterbetrieb ist besonders sorgfältig zu handhaben. Das bei Inbetriebsetzung einer jeden Filterkammer zuerst eingelassene trübe Wasser sollte, ohne dass filtrirt wird, einige Zeit — $1^1/_2$ bis 2 Tage — über der Sandschüttung ruhig stehen gelassen werden, so dass der sich aus diesem absetzende Schlamm das Fundament für die eigentlich filtrirende Schlammschicht bildet. Hierauf wird das Filtriren mit ganz geringer Geschwindigkeit begonnen, damit sich die Schlammdecke als Filterschicht mit möglichster Gleichmässigkeit ausbildet und dann erst zur normalen Filtergeschwindigkeit übergegangen. Die Schlammschicht bildet sich um so schneller, je trüber das Rohwasser ist; bei getrübtem Flusswasser kann schon nach 1 bis 2 Tagen ein gereinigtes Wasser erhalten werden, während bei sehr klarem Wasser, bei welchem es sich hauptsächlich um Zurückhaltung der Bakterien handelt, oft erst nach Wochen ein zuverlässiges Filtrat erlangt wird. Es ist daher zu befürworten, im letztgenannten Falle die Filter durch künstlich getrübtes Wasser in Gang zu setzen. Die Trübung kann durch Beigabe faseriger Substanz (Asbestabfälle) oder auf chemischem Wege durch Zusatz von Filterbetrieb. Bildung der oberen Schlammdecke. Künstliche Schlammhautbildung.

schwefelsaurer Thonerde oder Eisenvitriol unter Ausfällung der Thonerde oder des Eisens durch Kalkwasser erzielt werden. In die grosse Praxis sind diese Verfahren allerdings noch nicht eingeführt, ihre Anwendung dürfte aber mit Rücksicht auf den Umstand besonders empfehlenswerth sein, dass es durch sie gelingen kann, beim Anlassen und Inbetriebsetzen des Filters mit reinem Wasser zunächst eine bakterienfreie filtrirende Schlammschicht zu erhalten, wodurch es unmöglich wird, dass Bakterien aus dem Rohwasser in die unteren Lagen des Filterkörpers eingeschwemmt werden, wie dies beim Beginn des gewöhnlichen Filterbetriebes stattfinden kann. Ein Eindringen aus dem Rohwasser in die unteren Sandlagen und damit ein Auftreten derselben im Reinwasser könnte dann nur mehr infolge Durchwachsens durch die Schlammdecke erfolgen. Dieses Durchwachsen der Bakterien ist aber gegenüber dem Eindringen derselben in den Filterkörper bei Beginn der Laufzeiten, wie allgemein zugegeben wird, die geringere Gefahr; doch auch sie könnte vielleicht dadurch beseitigt werden, dass das die Schlammdecke bildende künstlich getrübte Wasser ausser den hierfür bestimmten Zusätzen mit künstlich gezüchteten unschädlichen Bakterien (Saprophyten) versetzt wird, welche unterhalb der Schlammdecke auf den Oberflächen der Feinsandkörner diejenige schleimige Haut bilden, welche nach den bisherigen Untersuchungen die durch die Schlammdecke dringenden Mikroorganismen festhält und vernichtet.

Durchwachsen der Bacterien durch die Schlammdecke.

Schleimhaut im Feinsand.

Die Reinigung der Filter nach Schluss der Filterperioden erfolgt durch Abheben der obersten Schlamm- und Feinsandschicht in einer Dicke von 2 cm. Nach jeder Reinigung wird der meist zusammengebackene Sand behufs Erzielung einer gleichmässigen Filtration mittelst Gabeln auf etwa 20 cm Dicke gelöst und dann wieder gleichmässig mit dem Rechen verebnet und, wo es sich um Rohwasser mit ganz besonders feinen suspendierten Theilchen (Thonwasser) handelt, dicht geplättet. Die Abschälungen dürfen so lang wiederholt werden, bis die Dicke der Feindsandschicht nur mehr 0,4 m beträgt. Ist diese Mindeststärke, nach meist 20 maliger Reinigung, erreicht, so muss eine vollständige Neuaufbringung der ganzen Feinsandschicht stattfinden. Die Erneuerung des ganzen Filterbettes würde dann nothwendig werden, wenn trotz des Wechsels der Feinsandschicht das Reinwasser eine übernormale Keimzahl (über 300 auf das ccm) desshalb aufweist, weil die unteren Filterschichten zu bakterienreich geworden sind. Durch mehrere Male im Jahre vorgenommenes vollständiges Entleeren und Durchlüften eines Filters gelegentlich der Reinigung desselben scheint aber erfahrungsgemäss die Bakterienzahl in den Filterschichten ausreichend begrenzt werden zu

Filterreinigung.

können, so dass das gesammte Filtermaterial selten eines Ersatzes bedarf, um so mehr, als kräftiges Ausspülen der gröberen Kiesschichten und der Reinwassercanäle nahezu dieselben Dienste leisten wird. Der ausgebrachte Sand wird meist in Waschtrommeln, welche entweder durch Handarbeit oder Maschinen getrieben werden, wieder gereinigt und dem weiteren Betriebe dienstbar gemacht. Die Reinigung des Sandes wird nur in solchen Fällen unterlassen, in welchen die Kosten derselben die der Neubeschaffung übersteigen.

Ueberwachung der Filterthätigkeit.

Die Wirksamkeit der Filter sollte durch regelmässige bakteriologische und zeitweise chemische Untersuchungen überwacht werden. In Epidemiezeiten, oder auch beim Auftreten von einzelnen Typhus- und Cholerafällen in dem Wasserbezugsgebiete sollten die Prüfungen auf den Keimgehalt des Wassers täglich vorgenommen werden.

Kritik der Sandfiltration.

Die Sandfiltration ist bis jetzt als das brauchbarste und vollkommenste Verfahren der Wasserreinigung zu betrachten. Allerdings ist es noch nicht gelungen, ein vollständig keimfreies Wasser zu erhalten, und es ist desshalb keine unbedingte Sicherheit für die vollständige Abwesenheit pathogener Keime in dem durch Filtration gewonnenen Trinkwasser gegeben. Allein es gelingt durch vorsichtigen und verständigen Betrieb, Wasser von geringer und hygienisch zulässiger Keimzahl zu erhalten.

Fischer-Peters'sche Steinfilter.

Das Fischer-Peters'sche Steinfilter ist aus der Erwägung entstanden, dass in den Sandfilteranlagen, bei welchen nur ein Theil der Feinsandschicht die eigentliche Filtrationsarbeit leistet, eine grosse Vergeudung des kostspieligen Feinsandes und des zu seiner Auflagerung nöthigen übrigen Sand- und Steinmateriales vorliege. Der filtrierende Feinsand wird durch Fischer-Peters in einer Stärke von 10 cm bei 1 qm Fläche mit Natronkalksilikat als Bindemittel zu Steinen geformt, welche bei grosser Hitze hart gebrannt werden.

Herstellung.

Nach dem Brennen bleiben diese Steine in gleicher Weise porös, wie eine freie Feinsandschicht. Die so hergestellten Steinplatten sind an einer Flachseite mit erhöhten Rändern versehen, so dass sie zu je zweien mit diesen aufeinander gelegt und verkittet, einen Hohlkörper bilden, welcher ein Filterelement darstellt. Verbringt man solche Filterelemente in ein Reservoir für Rohwasser in Entfernungen von etwa 15 cm zwischen je 2 Breitseiten derart hintereinander, dass letztere parallel sind, und verbindet sämmtliche Hohlräume der Filterelemente durch ein eingeführtes Rohrstück mit einem am Boden des Reservoirs befindlichen Hauptsammelrohre, so dringt bei Füllung des Reservoires das Rohwasser durch die Steine von aussen nach innen

Anordnung im Filterbehälter.

und fliesst durch den Hohlraum nach der Hauptrohrleitung und von dieser nach der Regulierkammer und dem Reinwasserbassin. Hierbei bildet sich ganz wie bei den gewöhnlichen Sandfiltern zunächst auf der Oberfläche der Steine die für den Filtererfolg massgebende Schlammdecke und der erforderliche Ueberdruck wächst auch hier bei gleicher Filtergeschwindigkeit langsam an, bis er die auf 1 m normierte Maximalhöhe erreicht hat, worauf das Filter ausser Betrieb gesetzt werden muss. Die auf der Filterfläche sich ansammelnden gröberen Schmutzschichten lösen sich beständig von dieser ab und fallen zu Boden. Die Reinigung der Filtersteine kann durch Umkehren des Wasserstromes in einfachster Weise erfolgen. Zu diesem Behufe ist die Anordnung getroffen, dass durch das Sammelrohr Druckwasser mit etwa 2 m Ueberdruck von unten in den Hohlraum der Filtersteine eingeleitet werden kann, wodurch die Poren und die Flächen des Steines wieder rein gespült und das Filter wieder betriebsfähig hergestellt wird. Es ist gerathen, während des Durchspülens die Aussenfläche mit Besen abzukehren, sofern sich fester anhaftende Ablagerungen oder Wasservegetationen an ihnen abgesetzt haben sollten.

Betrieb.

Als ein besonderer Vorzug einer derartigen Filteranlage ist in hygienischer Beziehung der Umstand zu betrachten, dass die Filterelemente nach ihrer Entleerung durch das Ablaufrohr auch mit Dampf ausgeblasen und so sterilisiert werden können. Es ist unseres Erachtens erforderlich diese Dampfsterilisation regelmässig etwa nach je 2—3 Filterperioden vorzunehmen, weil andernfalls wegen der im Vergleich zu Sandfiltern geringen Dicke der Filtersteine das Durchwachsen der Bakterien sicher gewärtigt werden muss. Zu Zeiten von Epidemien ist selbstverständlich bei jeder Filterreinigung mit Dampf zu sterilisieren.

Möglichkeit der Sterilisation durch Dampf.

Die Steinfilter weisen bei gleicher quantitativer Leistung wie die Sandfilter gegenüber letzteren den grossen Vortheil auf, dass, indem man die einzelnen Elemente in zweckmässigen Reihen- und Gruppen, durch Aufeinanderstellen der Platten sogar in mehrfacher Höhe, in einem Filterbassin unterbringt, in demselben eine 6—8 mal grössere Filterfläche angelegt werden kann, als bei der Sandfiltration möglich ist. Hierdurch stellen sich die Kosten einer Steinfilteranlage auf kaum zwei Drittel des für Sandfilter erforderlichen Aufwandes. Ein weiterer Vortheil der Steinfilter ist der Umstand, dass bei etwaigen Betriebsstörungen ein Durchbrechen der filtrierenden Schicht und somit Bildung von Wassergängen vollständig unmöglich ist. Endlich ist durch die schnelle und leichte Reinigungsweise ein gegenüber der Sandfiltration billigerer Betrieb gewährleistet.

Vortheile der Steinfilter.

Ein Nachtheil der Filtersteine ist, wie bereits angedeutet, in der geringen Dicke der filtrierenden Schicht zu erblicken, wodurch die bei Sandfiltern auch innerhalb des Filters stattfindende weitere Verbesserung des Wassers in Wegfall kommt und sich die Wirksamkeit der Steinfilter fast einzig auf ihre Oberfläche beschränken muss. Mit Rücksicht hierauf erscheint es geboten, die Laufzeit der Steinfilter über eine bestimmte, durch bakteriologische Untersuchungen zu normierende Dauer hinaus nicht auszudehnen. Es ist ferner durchaus nicht ausgeschlossen, dass beim Abfallen grösserer Schlammfetzen von der Oberfläche der Steine die filtrierende Schlammhaut mitgerissen wird, wodurch die Gleichmässigkeit der Filterleistungen Störungen erfahren würde. Nachtheile.

Die Leistung der Steinfilter wurde von Prof. Dr. Bessel-Hagen einer bakteriologischen Untersuchung unterzogen mit dem Resultat, dass im filtrierten Wasser durchschnittlich 171 entwickelungsfähige Keime im ccm gefunden wurden, während das unfiltrierte Wasser deren 3000 enthielt. Die Untersuchung erstreckte sich auf eine Betriebszeit vom 15. September bis 21. October 1892 bei wechselndem Druck und einer nach 4 Wochen erfolgten Reinigung der Filtersteine. Versuche von Pippig-Kiel ergaben, dass sich die neuen Filtersteine ganz besonders zur Schnellfiltration solchen Wassers eignen, welches in bakteriologischer Hinsicht einer Reinigung nicht bedarf, dagegen Trübungen durch ausgeschiedenes Eisenoxydhydrat aufweist. Es wurde bei einer Filtergeschwindigkeit von 250 mm und bei einem Maximalfilterdruck von nur 0,7 m so reines Wasser erzielt, dass im selben nur noch geringe Spuren oder gar kein Eisen nachgewiesen werden konnte. Leistungsfähigkeit.

Das Wasserwerk der Stadt Worms ist seit September 1892 mit einer Filteranlage unter Verwendung von Fischer-Peters'schen Filtersteinen versehen worden, welche zufriedenstellend arbeiten soll. Die oben erwähnten bakteriologischen Untersuchungen wurden bei diesem Betriebe angestellt.

Die Fischer-Peters'schen Steinfilter sind noch zu kurze Zeit im praktischen Betrieb, um ein abschliessendes Urtheil über dieselben fällen zu können. Unter allen Umständen stellen sie sich jedoch als eine sehr beachtenswerthe Neuerung auf dem Gebiet der Filtertechnik dar und dürften, obgleich sie das Uebergewicht über die altbewährten Sandfilter vielleicht nicht zu erreichen vermögen, bei den Filteranlagen der kleineren Wasserwerke vorzugsweise Verwendung finden, für welche es schwierig ist, ausreichend zuverlässiges und verständiges Personal für den Betrieb der Sandfilter zu beschaffen. Urtheil über die Fischer-Peters'schen Steinfilter.

Ferner scheinen sie ganz besonders geeignet zu sein, bei grosser Filtrationsgeschwindigkeit das mechanisch frei vertheilte Eisen des eisenhaltigen Grundwassers zurückzuhalten, nachdem das in demselben gelöste Eisenoxydul durch eine Vorbehandlung, worüber später die Rede sein wird, in unlösliche Form übergeführt ist. Endlich dürften die Fischer-Peters'schen Filtersteine bei Verwendung einer entsprechenden Sandkorngrösse für die Anlage von Vorfiltern sich besonders eignen.

γ) Befreiung des Wassers von Eisen.

Bis in die neueste Zeit konnte vielfach tiefliegendes Grundwasser, welches sich in Folge seiner nahezu absoluten Bakterienfreiheit als Trinkwasser ganz besonders empfiehlt, zu Wasserversorgungen wegen seines Eisengehaltes nicht verwendet werden. Das eisenhaltige Wasser schmeckt fremdartig und wird sehr bald dadurch getrübt, dass die löslichen Eisenoxydulsalze in die unlöslichen Eisenoxydsalze übergehen. Durch den hierdurch gebildeten Eisenschlamm werden nicht allein die Rohrleitungen verschlammt und unter Umständen verstopft, sondern auch die Crenothrix siedelt sich bekanntlich mit Vorliebe in solchen Leitungen an, wodurch eine rasche Verfilzung des abgelagerten Schlammes stattfindet und die Wasserwerke vollständig betriebsunfähig werden. Vorzugsweise in der norddeutschen Tiefebene trifft man eisenhaltiges Grundwasser häufig an. Die Stadt Berlin musste beispielsweise ihre Brunnenanlagen nächst dem Tegeler See in Folge des durch den Eisengehalt des Wassers begünstigten, massenhaften Auftretens der Crenothrix aufgeben und zur Wasserentnahme aus dem Seebecken selbst übergehen.

Nachtheile des eisenhaltigen Wassers.

Nunmehr sind aber Verfahren zur Abscheidung des Eisens aus dem Wasser angegeben worden, welche die Probe der praktischen Durchführung im Grossen bereits erfolgreich bestanden haben, und durch welche unerschöpfliche Mengen bisher unverwendbaren Wassers für die Trinkwasserversorgungen in hygienisch vollkommener Weise dienstbar gemacht werden können. Es sind dies die Verfahren von Oesten und Proskauer und von Piefke. Beide beruhen im Prinzip auf dem Gedanken, das im Wasser gelöste Eisen durch energische Durchlüftung schnell in die unlöslichen Oxydverbindungen überzuführen, und hierauf das Wasser einer Filtration zu unterziehen. Es gelingt hierdurch, den Eisengehalt der Trinkbrunnenwässer, welcher in Norddeutschland gewöhnlich 2—3 mg Eisenoxydul im l beträgt, bis auf geringe Reste (0,1—0,3 mg) zu beseitigen, die nicht mehr im Stande sind, eine Trübung des Wassers zu bewirken.

Verfahren zur Abscheidung des Eisens.

Bei dem Oesten'schen Verfahren wird das Wasser durch ein Sieb mit 0,5 mm weiten Schlitzen in sehr feinen Strahlen regenartig 2 m hoch durch die Luft in einen aufrecht stehenden Kessel verbracht, wodurch eine rasche Durchlüftung des Wassers mit atmosphärischer Luft eintritt, welche dadurch noch gesteigert werden kann, dass dem Kessel Luft unter Ueberdruck zugepumpt wird. Die Grössenverhältnisse des Regengefässes sind sehr geringe. So genügte in Kiel (Dr. Fischer'sche Versuche) zur Lüftung einer Wassermenge von 5000 cbm täglich schon ein 10 m langer, 0,15 m breiter und 0,8 m tiefer Eisenblechkasten, aus welchem das Wasser bei einer Füllhöhe von 0,4 m ausstrahlte. Das durchlüftete Wasser wird hierauf in ein Absatzbassin geleitet, in welchem sich ein grosser Theil des flockenartig ausgeschiedenen Eisenoxydes ablagert und dadurch den nachfolgenden Filterbetrieb wesentlich verbilligt. Die Filtration kann mit sehr grosser Geschwindigkeit vorgenommen werden. Es hat sich gezeigt, dass selbst Filtergeschwindigkeiten von 700—1000 mm in der Stunde, welche die für Oberflächenwasser übliche Filtergeschwindigkeit also um das 7—10fache übersteigen, vollständig befriedigende Eisenabscheidungen ergeben. Als Filtersand wird zweckmässig ein solcher von 2 mm Korngrösse gewählt. Das Verfahren von Oesten.

Bei dem Piefke'schen Verfahren fällt das Wasser aus einer Höhe von 1,5—2 m durch eine Brause in einen, mit faustgrossen Cokesstücken gefüllten, aufrechtstehenden eisernen Kessel (Piefke'scher Cokesrieseler). Der Boden des Eisenkessels, auf welchem der Cokes aufruht, besteht aus einer durchlochten schmiedeeisernen Platte, deren Oeffnungen 10 mm Durchmesser haben. Der Cokes ist mit einer gleichen Platte, deren Löcher aber nur 5 mm Weite besitzen, behufs gleichmässiger Wasservertheilung überdeckt. An den Cokesstücken rieselt das Wasser, sich auf deren Oberfläche ausbreitend, herab, wodurch es in besonders innige Berührung mit Luft kommt. Obwohl die Durchflussdauer des Wassers nur 30—40 Sekunden beträgt, erfolgt die Umwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd doch so schnell, dass der grösste Theil des Eisenoxydes in dem Cokesrieseler, auf der Oberfläche der Cokesstücke haftend, zurückbleibt und durch nachherige Filtration nur noch geringe Eisenmengen zu entfernen bleiben. Die Cokesrieseler bleiben ziemlich lange betriebsfähig. Sie können von Zeit zu Zeit durch kräftige Durchspülung mittelst Druckwassers von dem angesetzten Schlamme gereinigt werden, so dass neue Cokesfüllungen in den meisten Fällen nur einige Male jährlich nöthig sein werden. Ausserdem ist die Möglichkeit vorhanden, durch Dampfdurchströmung die sich im Cokesrieseler entwickelnden Organismen Das Verfahren von Piefke.

zu vernichten. Auch hat man es in der Hand, die Durchlüftung des Wassers durch Einblasen von Luft zu vervollständigen. Die Cokesthürme erhalten zweckmässig 2—3 m Durchmesser und 2,5—4 m Höhe. Für die Aussenwände können an Stelle des Eisens auch sogenannte Monierwände (Cement mit Eisendrahteinlage) treten. Die quantitative Leistung der Piefke'schen Rieseler ist eine sehr grosse. So soll beispielsweise ein Thurm von 2,5 m Durchmesser und 3 m Höhe täglich 700—1200 cbm und im Mittel 1000 cbm Wasser bewältigen können. Die Filtration erfolgt im Prinzip in gleicher Weise wie bei dem Oesten'schen Verfahren unter Weglassung der Absatzbecken. Betreffs der Verwendung der Fischer-Peters'schen Steinfilter wird auf das früher Gesagte verwiesen.

δ) Weichmachung des Wassers.

Weichmachung des Wassers.

Bei manchen Wässern ist es nur ihre grosse Härte, welche sie zum Gebrauch ungeeignet macht. Es wäre desshalb erwünscht, ein im Grossen anwendbares Verfahren zu besitzen, durch welches man in den Stand gesetzt ist, die Gesammthärte eines Wassers zu verringern. Die zur Weichmachung harten Wassers zum Zwecke der Kesselspeisung üblichen Verfahren, bei welchen Kalk, Magnesia und Natron in verschiedenen Verbindungen dem Wasser behufs Ausscheidung der Salze zugesetzt werden, sind für allgemeine Trinkwasserversorgungen kaum anzuwenden, weil hierfür u. A. gefordert werden muss, dass nahezu chemisch reine Substanzen zu verwenden sind, wodurch die Beschaffung von Natron- und Magnesia-Verbindungen sich zu sehr vertheuert.

Kalkausscheidung.

Eine im Grossen durchgeführte Weichmachung von Trinkwasser wird sich rationell nur dann bewerkstelligen lassen, wenn es sich darum handelte, die Härte des Wassers um einige Grade herunterzubringen, und wenn dies durch Ausscheidung des überschüssigen kohlensauren Kalkes, durch welchen bekanntlich die vorübergehende Härte zum Theil bedingt ist, erreicht werden könnte. Der überschüssige, kohlensaure Kalk lässt sich nämlich durch Zusatz von Kalkwasser, wodurch sich unlöslicher, einfacher kohlsaurer Kalk bildet, aus dem Wasser beseitigen. Freilich wird dasselbe dadurch auch an Kohlensäure ärmer und verliert an Wohlgeschmack. Aus diesem Grunde und um jede Gefahr einer durch den Kalkwasserzusatz herbeigeführten Alkalescenz vorzubeugen, wird daher vielfach der nachherige künstliche Zusatz von Kohlensäure empfohlen. Auf alle Fälle dürfte es zweckmässig sein, wenigstens für eine starke Durchlüftung des mit Kalkwasser behandelten Trinkwassers Sorge zu tragen.

Unseres Wissens besteht für die Weichmachung von Trinkwasser im Grossen noch keine ausgebildete, für die praktische Durchführung besonders geeignete Methode, und es muss daher auf die Verwendung allzu harten Wassers für Trinkwasserversorgungen verzichtet werden.

Es giebt kein empfehlenswerthes Verfahren für das Weichmachen des Trinkwassers.

Im Kleinen ist der Zusatz von Kalkwasser oder Kalkmilch und nachherige Durchlüftung des Wassers mit Kohlensäure zwar nicht zum Zwecke der Weichmachung, aber behufs Erzeugung eines keimfreien Wassers wohl anwendbar. Indess wird wohl allgemein dem Abkochen des Wassers mit nachfolgender Kühlung der Vorzug gegeben werden.

Schliesslich ist an dieser Stelle noch darauf hinzuweisen, dass bei Wasser, welches Farbstoffe enthält, wie beispielsweise solches aus Moorgegenden, durch einen geringen Zusatz schwefelsaurer Thonerde Farblosigkeit erzielt werden kann.

Entfärbung des Wassers.

d. Wahl der Wasserentnahme.

Die richtige Lösung der Frage: woher ist das Wasser für die centrale Wasserversorgung eines bestimmten Gebietes zu entnehmen? ist entscheidend für das Gelingen des Werkes. Ausser der Hauptaufgabe, ein bezüglich der Qualität zufriedenstellendes Wasser zu beschaffen, ist es nicht minder wichtig, sich der jederzeit ausreichenden Quantität zu versichern.

In erster Linie ist für die Wasserbeschaffung das Wasser aus dem Erdinnern ins Auge zu fassen, sei es, dass dasselbe in Form von Quellen oder artesischen Brunnen dem Boden entsprudelt, oder auch, dass es als Grundwasser diesem durch Pumpanlagen entnommen werden kann. Wie wir aus dem Vorhergehenden ersehen haben, sind ja zweckmässig erschürftes und gefasstes Quellwasser, gleichwie rationell erbohrtes Grundwasser, in der Regel ursprünglich keimfrei und geben somit von vornherein die sichere Anwartschaft auf den Besitz eines hygienisch einwandfreien Trinkwassers. Selbstredende Voraussetzung hierbei ist, dass nur solches Quell- und Grundwasser zur Entnahme vorzusehen ist, welches in chemischer Hinsicht den zu stellenden Anforderungen entspricht. Es sei an dieser Stelle nochmals darauf verwiesen, dass, im Gegensatz zu früheren Anschauungen, bei Grundwasser selbst ein beträchtlicher Eisengehalt keinen Grund mehr abgeben kann, um das Wasser von seiner Verwendung zur Trinkwasserversorgung auszuschliessen, da das Problem der Eisenausscheidung durch die Verfahren von Oesten und Piefke gelöst ist.

Wasser aus den Erdinnern.

Während uns aber Quell- und Grundwasser in den meisten Fällen

von vorneherein ein qualitativ zufriedenstellendes Wasser bieten, ist ebenso oft die Frage der jederzeit ausreichenden Quantität eine zweifelhafte. Fast stets sind die Quell- und auch Grundwasserzuflüsse von den jeweiligen Witterungsverhältnissen stark abhängig, und länger andauerndes trockenes Wetter, oder gar Dürre verursachen desshalb meist gerade dann verminderte Wasserergiebigkeit, wenn der Wasserbedarf ein gesteigerter ist. Dies tritt besonders bei Quellen sehr zu Tage.

Oberflächenwasser.

Im Gegensatz zur Wasserbeschaffung durch Quell- und Grundwasser bietet das aus technisch richtig angelegten Thalsperren, aus Flüssen und Seeen entnommene Oberflächenwasser meist ausreichende Gewähr in quantitiver Hinsicht. Selten nur wird man sich bei Entnahme von Oberflächenwasser betreffs der für eine Wasserversorgung zu Gebote stehenden Wassermenge getäuscht finden, da der gesammte Wasservorrath dem Auge offen liegt und längere Beobachtungsresultate meist leicht zu beschaffen sind. Dem Vortheil der Quantität steht aber beim Oberflächenwasser der qualitative Mangel fast immer entgegen. Dasselbe ist stets zufälligen Verunreinigungen und Infectionen ausgesetzt und desshalb von vorneherein als hygienisch verdächtiges Wasser anzusehen, welches durch sorgsam construierte und betriebene Filteranlagen auf einen unserer Gesundheit unschädlichen Reinheitsgrad zurückzuführen ist.

Kostenfrage.

Bei gesicherter Wasserquantität wird selbstredend in erster Linie dem Quell- und Grundwasser vor dem Oberflächenwasser der Vorzug gegeben, sofern der Kostenaufwand für beide Wasserbeschaffungsarbeiten nicht allzu grosse Differenzen zeigt. Der Kostenpunkt ist nach der Quantitäts- und Qualitätsfrage der einflussreichste Factor für die Wahl der Wasserentnahme. Es ist nicht allein finanziell, sondern auch hygienisch werthvoll, möglichst billiges Wasser zu bieten, da das Wasser um so mehr zu einem gerne und in ausreichendem Maasse verwendeten Gemeingut wird, je billiger es ist.

Zweckmässig zu verfolgende Gesichtspunkte bei der Wahl der Wasserentnahme.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, erscheint es zweckmässig, bei der Wahl der Wasserbeschaffung in erster Linie auf solche Entnahmen das Augenmerk zu richten, welche mit Sicherheit ausreichende Wassermengen liefern können. Bei Bemessung des Wasserbedarfes ist angemessene Rücksicht auf die Vermehrungsziffer der Bevölkerung zu legen und der Frage der Erweiterungsfähigkeit der Wasserfassungsanlagen besondere Beachtung zu schenken. Selbstverständlich ist Voraussetzung, dass nur solches Wasser in den Kreis der Betrachtungen gezogen wird, welches ohne oder mit künstlicher Verbesserung, wie Filtration und Eisenausfällung, innerhalb

der durch die hygienischen Forderungen gezogenen Grenze verbleibt. Kleinere Qualitätsschwankungen spielen zunächst noch keine entscheidende Rolle. Erst, wenn es gelungen ist, bei ausreichender Gewähr für die benöthigten Wassermengen zwei oder mehrere in Frage kommende Bezugsorte ausfindig zu machen, ist es geboten, die Auswahl nach der besseren Qualität zu treffen, wobei natürlich in den Fällen der erforderlichen künstlichen Wasserverbesserung die dadurch erzeugte bezw. zu erwartende Beschaffenheit zu Grunde zu legen ist. Wenn dies geschehen, wären die Bau- und Betriebskosten der Wasserwerksanlage zu bestimmen, um gewissermassen hierdurch eine finanzielle Rechtfertigung der getroffenen Wahl zu erlangen. Die Thatsache der hygienischen Minderwerthigkeit, welche dem filtrierten Oberflächenwasser dadurch anhaftet, dass bei Betriebsunregelmässigkeiten, oder unter sonstigen ungünstigen Umständen die Möglichkeit des Uebertretens pathogener Bakterien in das Filterat vorliegt, wobei sich dieselben derart vermehren können, dass Infectionen zu befürchten sind, findet gewöhnlich schon dadurch gebührende Berücksichtigung, dass, in Folge der höheren Bau- und Betriebskosten für die Filteranlagen, die Wasserversorgung durch Oberflächenwasser ohnehin unter sonst gleichen Verhältnissen erst nach der Quell- oder Grundwasserversorgung in Betracht kommen kann. Solange aber etwaige Mehrkosten gegenüber anderen Fassungsanlagen unter den jeweiligen Verhältnissen noch erschwinglich sind und nicht einen unzulässigen Wasserpreis bedingen (für deutsche Verhältnisse über etwa 25 Pf. für das cbm), wird immer demjenigen Wasser der Vorzug zu geben sein, welches das grösste Maass an gesundheitsförderlichen und die allgemeine Verwendbarkeit sichernden Eigenschaften aufweist. —

Deckung des Wasserbedürfnisses durch mehrere Bezugsquellen.

Für die Wasserversorgungen grösserer Gemeinwesen ist es in der Regel nicht möglich, das Wasserbedürfniss durch nur eine Bezugsquelle zu decken.

Bei grossen Städten Quellwasserversorgung allein meist unrationell.

Ausreichende Quellgebiete sind selten in der Nähe grösserer Städte zu erschliessen, und wenn es gelingt, Quellwasser in stets ausreichender Menge aus der Ferne herzuleiten, so hat man in den meisten Fällen eine ökonomisch tadelnswerthe Anlage desshalb geschaffen, weil das erforderliche Quellwasserquantum dem Verbrauchsmaximum entsprechen und demgemäss in den kühlen Jahreszeiten grösstentheils unbenutzt ablaufen muss. Nur in den seltenen Fällen, in welchen in rationeller Weise sehr grosse Wassermengen aufgespeichert werden können, ist der ausschliessliche Quellwasserbetrieb für grossstädtische Gemeinwesen als zweckentsprechend zu bezeichnen.

Ergänzung der Quellwasserversorgung durch Grundwasserentnahme.

Es ist daher nur vortheilhaft, die Quellwasserversorgungen durch Grundwasserentnahmen, oder, falls auch Grundwasser nicht ausreichend beschafft werden könnte, durch filtriertes Oberflächenwasser derart zu ergänzen, dass das erstgenannte Wasser stets voll ausgenutzt werden kann, während durch die anderen Entnahmestellen das jeweilige Manco gedeckt wird.

Auch das Grundwasser kann nicht aus einem Grundwasserstrome oder Becken in unbegrenzter Menge erschürft werden. Wohl bildet es in vielen Fällen ein Reservoir, welches im Stande ist, die Verbrauchsdifferenzen innerhalb eines Jahres auszugleichen, so dass für die Wasserentnahmen nur das Jahresmittel in Betracht gezogen zu werden braucht, und bietet daher gegenüber solchen Quellwasserversorgungen, bei welchen grosse Aufspeicherungen unthunlich sind, beträchtliche Vortheile. Allein, schliesslich hat auch die Ergiebigkeit der unterirdischen Zuflüsse eine ganz bestimmte Grenze, über welche hinaus die durchschnittliche Grundwasserentnahme nicht gesteigert werden kann. In solchen Fällen werden andere Wasserentnahmestellen mit heranzuziehen sein.

Ebenso kann das Oberflächenwasser von einem Orte her nur in bestimmter Menge beschafft werden. Bei Thalsperren ist man von der Grösse des Niederschlagsgebietes abhängig, bei Seeen und Flüssen verbieten sich nicht selten grosse Wasserentnahmen dadurch, dass die Schifffahrt darunter nothleidet oder in sonstige rechtliche Verhältnisse (Triebwasser- und Bewässerungsrechte u. s. w.) störend eingegriffen wird. Andererseits sind ausreichend grosse Flüsse, welche an oder in der Nähe grosser Städte vorbeifliessen und genügenden Wasserreichthum besitzen, zuweilen so sehr verunreinigt, dass durch den Filtrationsbetrieb weder die organischen und mineralischen Stoffe, die das Wasser zu Trinkzwecken unbrauchbar machen, in ausreichenden Mengen entfernt werden können, noch die nöthige Sicherheit für die Unschädlichmachung der pathogenen Bakterien, deren Vorhandensein unter solchen Umständen in sehr grossem Maasse zu fürchten ist, geboten werden kann. Im ersten Fall ist die ergänzende Wassermenge wieder anderweitig zu entnehmen, unter den letztgenannten Verhältnissen aber bleibt, wenn die Erschliessung anderer Wasserquellen auf immer mehr wachsende, schliesslich kaum zu bewältigende Schwierigkeiten stösst, nur noch die Verwendung des Flusswassers als Nutzwasser für Spül- und Giesszwecke übrig, um die Beschaffung ausreichender Trinkwassermengen zu sichern. Wir verweisen in dieser Hinsicht auf die im Eingang dieser Abhandlung befindlichen Erörterungen über die Trennung des Wassers in Trink- und Nutzwasser.

Eine Combination verschiedener Wasserfassungsanlagen für eine Wasserversorgung kann manchmal weniger aus Rücksicht für die Beschaffung jederzeit ausreichender Wassermengen, als aus rein technischem oder finanziellem Interesse vortheilhaft und geboten erscheinen. Beispielsweise kann das zu versorgende Gebiet so verschiedene Höhen aufweisen, dass die Eintheilung in zwei oder mehrere verschieden hochgelegene Bewässerungszonen mit Rücksicht auf den wünschenswerthen gleichmässigeren Leitungsdruck vortheilhaft erscheint. Durch verschiedene Fassungsanlagen kann in solchen Fällen oft erreicht werden, dass unter wesentlich geringeren Kosten einem Theil des Versorgungsgebietes das Wasser noch mit natürlichem Druck zuzuführen ist oder doch weniger umfangreiche Pumpanlagen benöthigt werden. Es tritt ferner nicht selten der Umstand ein, dass die Gewinnung einer bestimmten Wassermenge durch zwei oder mehreren Entnahmearten viel billiger zu stehen kommt, als wenn ein Entnahmegebiet durch kostspielige Anlagen bis zum letzten Wassertropfen ausgenützt wird.

Combination verschiedener Wasserfassungsanlagen aus technischen und finanziellen Rücksichten.

Combinationen verschiedener Wasserentnahmeanlagen sind also für grössere Wasserversorgungen durchaus an ihrem Platze, ja in den meisten Fällen unbedingt nothwendig und selbst bei kleineren Wasserwerken unter bestimmten Verhältnissen gerechtfertigt. Um Missverständnisse zu vermeiden, betonen wir aber hiermit ausdrücklich, dass überall da, wo die Möglichkeit vorliegt, hochwerthiges Wasser auf einem einzigen Fassungsgebiet in unbedingt sicher ausreichender Menge zu erschliessen, man eine derartig vollständig einheitliche Wasserbeschaffungsanlage so lange vor der ergänzenden Erschliessung minder hochwerthigen Wassers vorziehen sollte, als die Mehrkosten sich innerhalb der durch die finanziellen Verhältnisse der interessirten Gemeinde gezogenen Grenze befinden.

2. Die Sammelbehälter und deren Zuleitungen.

Mit Rücksicht darauf, dass innerhalb eines Tages der Wasserverbrauch in den einzelnen Stunden wesentlich schwankt, ist es nothwendig, als Ausgleichsvorrichtungen zwischen dem von der Entnahmestelle kommenden Wasserzufluss und dem benöthigten Wasserabfluss nach der Stadt, Sammelbehälter — Reservoire — anzubringen. Dieselben sollten bei einer vollkommenen Wasserversorgungsanlage so hoch liegen, dass das Wasser aus ihnen in alle Stockwerke der grössten und höchstgelegenen Häuser gedrückt wird, und dass ausserdem ein hinlänglicher Ueberdruck vorhanden ist, um bei Bränden die Feuerstellen unmittel-

Ausgleich der täglichen Verbrauchsschwankungen.

Höhenlage.

bar von der Leitung in ausreichender Stärke bespritzen zu können. Dieser Forderung wird genügt, wenn in allen Theilen des vom Reservoir gespeisten Stadtrohrnetzes ein Ueberdruck von mindestens 20 m (in der Regel werden 25 m angenommen) vorhanden ist. Zu diesem Höhenunterschied, welchen die Sammelbehälter gegenüber den einzelnen Punkten des Versorgungsgebietes besitzen sollen, ist noch der durch die Fortbewegung des Wassers in den Röhren bedingte Reibungsverlust, oder mit anderen Worten das für die Wasserströmung in den Röhren benöthigte Gefälle, hinzuzurechnen. In flach gelegenen, nicht zu ausgedehnten Städten kommt man gewöhnlich mit 30 m Höhendifferenz zwischen der Sohle des Sammelbehälters und dem ungünstigst gelegenen Punkte vollständig aus, während es in gebirgigen Ortschaften für einzelne Versorgungsstellen oft überhaupt nicht gelingt, durch geeignete Höhenlage des Reservoirs dort Wasser in alle Stockwerke der Häuser zu drücken, trotzdem an anderen Stellen Ueberdrücke von selbst 80 m in der Leitung vorhanden sind.

Normaler Betriebsdruck.

In manchen Fällen gestattet die Höhenlage einer Wasserentnahmestelle zwar eine centrale Wasserversorgung ohne Anwendung von Pumpanlagen, jedoch mit einer für direkte Feuerlöschzwecke nicht genügenden Druckhöhe, und bei Pumpanlagen werden aus finanziellen Rücksichten bisweilen nur Wasserbetriebsdrucke von 1 Atmosphäre eingeführt. Selbstverständlich sind derartige centrale Wasserversorgungsanlagen immerhin den Einzelversorgungen durch Privatbrunnen vorzuziehen und auch für kleinere Orte bis zu etwa 3000 Einwohner unter den gegebenen Verhältnissen berechtigt. Der Feuerlöschdienst ist alsdann unter alleiniger Anwendung der Feuerspritzen zu bewältigen. Für die Zuleitung des Wassers zur Spritze ist nur geringer Druck erforderlich und die besprochene Wasserversorgung hierfür ausreichend. Wo der Druck so gering ist, dass in kurzer Zeit den Spritzen nicht genügende Wassermengen geliefert werden können, sind öffentliche Laufbrunnen mit ausreichend grossem Brunnenbecken als Entnahmebehälter anzuordnen.

Anlagen mit geringem Betriebsdruck.

Bei Quell- oder Oberflächenwasserversorgungen mittels Thalsperren gelingt es in sehr vielen Fällen, das Wasser von der Fassungsstelle nach dem Wasserbehälter durch eine in natürlichem Gefälle liegende Rohr- oder Canalleitung zu befördern. Dies kann entweder durch geschlossene Eisen- oder Cementrohrleitungen. oder auch durch gemauerte oder betonirte Canalleitungen geschehen. Eisenrohre werden zweckmässig dann verwendet, wenn zwischen Fassungsanlage und Hochbehälter wohl eine ausreichende absolute Gefällsdifferenz zur Verfügung steht, jedoch Berg und Thal überschritten werden müssen. Hierbei füllen

Zuleitung nach den Sammelbehältern bei natürlichem Gefälle.

Eisenrohrleitungen.

sich die der Terraingestaltung folgenden Eisenleitungen nach dem Princip der communicierenden Röhren, und haben daher unter Umständen namhafte Drucke auszuhalten. Cementrohr- und grössere Canäle aus Mauerwerk oder Beton sind in solchen Fällen am Platze, in welchen sie in fortlaufendem Gefälle derart erbaut werden können, dass sie keinerlei nennenswerthen Ueberdruck auszuhalten haben. Auch das Princip des Hebers kommt zuweilen bei den Zuleitungen in Anwendung, wenn es sich um Ueberwindung von Höhenunterschieden bis zu etwa 6—7 m handelt. Die Anwendung beschränkt sich aber meist nur auf solche Fälle, in welchen der Heberscheitelpunkt nächst den Fassungs- oder den Reservoir-Anlagen angelegt werden kann, weil derselbe behufs Erreichung eines ungestörten Betriebes mit Luftabsaugevorrichtung versehen werden muss, welche gewöhnlich nur von den genannten Stellen aus zweckmässig zu bedienen ist. Sämmtliche Tiefpunkte einer dem Terrain sich anschmiegenden Wasserzuleitung sind behufs Entleerung und Durchspülung mit Ablassschiebern, und sämmtliche Höhepunkte mit Entlüftungseinrichtung zu versehen. Ausserdem ist es empfehlenswerth, in gewissen Abständen — je nach den örtlichen Verhältnissen 100—500 m. — Einsteigeschächte, selbstverständlich mit sorgfältigstem seitlichem Verschluss anzuordnen, welche aber nur zur Beseitigung von Betriebsstörungen und zum Zwecke unumgänglich nöthiger Revisionen der Leitung betreten werden dürfen.

Cementrohrleitungen u. grössere Canäle.

Heberleitungen

Technische Einzelforderungen.

Sollen mittelst gemauerter Canäle oder auch Cementrohrleitungen Thäler überschritten werden, so sind letztere in entsprechendem Gefälle zu überbrücken und in die hierdurch gebildete Bahn die Wasserleitung einzulegen. Technisch hoch entwickelte Beispiele derartiger Wasserzuführungen bieten uns die Aquaeducte der von den Römern errichteten Wasserversorgungsanlagen.

Aquäducte.

Bei Grundwasserversorgungen oder Flusswasserentnahmen ist es in den seltensten Fällen möglich, das Wasser im natürlichen Gefälle nach den Sammelbehältern fliessen zu lassen. Dasselbe muss vielmehr durch besondere Druckpumpanlagen in sie gedrückt werden. Es giebt für die Zuleitungen eine finanziell günstigste Geschwindigkeit des Wassers, durch welche die anzunehmende Druckhöhe oder das zu wählende Gefälle bestimmt wird. Diese Geschwindigkeit tritt dann ein, wenn sie, beziehungsweise der von ihr abhängige Durchmesser der Leitung so bemessen wird, dass die Summe der Anlage- und kapitalisierten Betriebskosten zu einem Minimum wird. Ausschlaggebende Factoren hierfür sind die Bau- und Unterhaltungskosten für einen lfd. m. Zuleitung; bei Maschinenförderung die Zahl der täglichen

Druckzuleitungen.

Finanziell günstigste Geschwindigkeit in Druckzuleitungen.

Betriebsstunden, die Anlage- und Betriebskosten der maschinellen Einrichtungen für eine Pferdekraft. —

Gemauerte oder betonierte Sammelbehälter.

Sofern die Sammelbehälter auf ausreichend hochgelegenem, natürlichem Terrain erbaut werden können, werden sie aus Mauerwerk oder Betonmasse hergestellt. In Ermangelung solchen Terrains muss durch ein entsprechendes Bauwerk die Unterstützung für ein genügend hoch aufgestelltes eisernes Reservoir geschaffen werden.

Behälter aus Eisen.

Jedes Reservoir muss gut gelüftet werden, behufs etwaiger Reinigung leicht zugänglich und mit Grund-Ablassvorrichtung versehen sein. Ferner ist bei jedem Sammelbehälter ein Ueberlauf anzuordnen. Die Verbindung des Reservoirs mit der Zuleitung und dem Vertheilungsnetz ist durch eine vor- oder eingebaute Schieberkammer zu vermitteln. In der Schieberkammer müssen durch entsprechende Stellung der in den durchlaufenden Zu- und Abflussrohren angebrachten Schieber folgende Massnahmen möglich sein: Die Wasserzuleitung ganz oder theilweise abzuschliessen, desgleichen die Wasserableitung; Herstellung einer unmittelbaren Verbindung der Wasserzuleitung mit der Wasserableitung, unter Ausschaltung des Sammelbehälters; Oeffnen und Schliessen des Grundablasses. — Bei gefüllten unterirdischen Behältern werden die Wasserstände mit 3—6 m. in der Regel mit 4 m angeordnet, während bei oberirdischen, eisernen Reservoiren die Füllhöhe wohl bis zu 10 m steigt. Zum Schutz gegen die Temperatureinflüsse erhalten die unterirdischen Sammelbehälter eine Erdüberdeckung von 1,5 m Dicke. Die eisernen Hochbehälter sind dem äusseren Einflusse der Temperaturschwankungen nicht vollständig zu entziehen. Sie sind hiergegen nur soweit geschützt, als dies durch Mauerummantelung und Luftisolierung möglich ist. —

Technische Vorschriften für den Bau und die Einrichtung der Sammelbehälter.

Bei Verunreinigungen des Reservoirinhaltes durch pathogene Bakterien kann eine eminente allgemeine Infectionsgefahr dadurch entstehen, dass bei geringem Wasserwechsel, beziehungsweise bei geringer Wassererneuerung im Reservoir, eine Vermehrung dieser Keime stattfindet, welche alsdann bei plötzlichem Mehrbedarf an heissen Tagen in gefährlicher Anzahl das Vertheilungsnetz erfüllen und Massenerkrankungen herbeizuführen im Stande sind.

Hinweis auf die hohe Gefahr der Reservoirverunreinigungen.

Es erscheint daher aus bakteriologischen Gründen unerlässlich, dafür Sorge zu tragen, dass ein Stagnieren des Wassers in den Sammelbehältern ausgeschlossen wird. Dies kann geschehen durch Scheidewände, welche dem durchfliessenden Wasser einen über die Fläche des ganzen Behälters sich erstreckenden Weg weisen, so dass sogenannte todte Ecken, in welchen dasselbe Wasser lange Zeit stehen bleibt, in Wegfall kommen. Aus dem gleichen Grunde

Vermeidung der Stagnation in Wasserreservoiren.

sind desshalb die sogenannten Durchlaufreservoire, welche zwischen Wasserentnahme- und Wasserversorgungsgebiet liegen, den Gegenreservoiren, in welche Wasser erst einfliesst, nachdem es das Versorgungsgebiet durchlaufen hat, vorzuziehen. Die Gegenreservoire, welche wegen der örtlichen Terrainverhältnisse nicht immer umgangen werden können, empfangen und geben nur die jeweiligen positiven oder negativen Differenzen zwischen Wasserzufluss und Wasserverbrauch. Es sind desshalb gerade bei ihnen Vorrichtungen, durch welche das Wasser gezwungen wird, beim Ein- und Ausströmen den ganzen Reservoirraum zu berühren, sehr am Platze. Solche Vorrichtungen bestehen aus Rückschlagventilen, deren je eines in dem Ein- und Ausflussrohr angebracht ist. Wenn das überschüssige Wasser in das Reservoir einfliesst, so kann es nur durch das Einlaufrohr, dessen Ventil sich nach dem Reservoir hin öffnet, gelangen, und beim Abfluss nur durch das andere Rohr, dessen Ventil allein den Austritt erlaubt, abströmen. Zu- und Ablaufrohr vereinigen sich ausserhalb des Reservoirs bei Gegenreservoiren immer zu einer Leitung, da dieselben aus technischen und finanziellen Gründen keine getrennte Wasserzu- und Ableitung erhalten. Die Vereinigung des Reservoir-Zu- und Abflussrohres zu einem Rohre, durch welches das Wasser bald zu, bald abströmt, welche Anordnung aus übertriebener Sparsamkeit wohl hier und da beliebt wird, ist nach dem vorher Gesagten durchaus zu verwerfen. Folgerichtig erscheint auch bei Durchlaufreservoiren die Anordnung unzulässig, dass, wie bei den Gegenreservoiren beschrieben, Zu- und Ablaufrohr von der Hauptleitung derart abzweigen, dass nur der Minder-, beziehungsweise Mehrbedarf gegenüber der durchschnittlich zufliessenden Wassermenge den Reservoir-Inhalt beeinflusst, während durch die Hauptleitung ein Theil des Wassers ständig vorbeigeführt wird.

Durchlaufreservoire. Gegenreservoire. Rückschlagventile. Zu- und Ablaufrohre

Die Förderung einer möglichst grossen Durchströmungsgeschwindigkeit und einer möglichst vollkommenen Erneuerung in den Sammelbehältern ist besonders wichtig für die Reinwasser-Behälter von Wasserversorgungen mit filtriertem Wasser, da bei diesem alle für das Wachsthum der Bakterien günstigen Umstände vermieden werden müssen. Es ist desshalb bei Filteranlagen zweckmässig, die Reinwasserbehälter so klein wie möglich zu machen und die zeitweise vermehrte Wasserzuführung durch schnelleren Gang der Fördermaschinen, welche bei Filteranlagen fast stets vorhanden sind, sowie durch Inbetriebsetzung grösserer Filterflächen zu bewirken. — Der Fassungsraum der Wasserbehälter wird in der Regel gleich dem normalen Tagesverbrauche angenommen. Bei Quellwasserversorgungen

Sammelbehälter für filtriertes Wasser. Fassungsraum.

empfiehlt es sich, den Wasserbehältern einen der maximalen Tagesabgabe gleichen Fassungsraum zu geben, sofern man eine Regulierung des Quellenzuflusses nicht in der Hand hat, was selten vorkommt. Bei Wasserförderung mittelst Maschinenkraft können die Sammelbehälter verhältnissmässig klein gehalten werden, da die Förderung, ohne dass ein unrationelles Arbeiten der Maschinen eintritt, den durchschnittlichen Schwankungen in der Wasserabgabe entsprechend eingerichtet werden kann. Ein Reservoir, durch dessen Grösse die Stundenschwankungen ausgeglichen werden, dessen Fassungsraum demgemäss etwa gleich dem doppelten normalen Stundenverbrauche ist, dürfte in allen den Fällen genügen, in welchen man durch Reservemaschinen gegen Stockungen im Maschinenbetrieb geschützt ist. Der Minimalfassungsraum eines solchen Reservoirs sollte aber stets auch für kleine Ortschaften 80 cbm betragen, um bei etwaiger Feuersbrunst ausreichend Wasser zur Verfügung zu haben.

Minimalfassungsraum.

In manchen Städten ist bei maschineller Förderung des Wassers von der Errichtung eines Sammelbehälters vollständig Abstand genommen worden, und wird die gesammte Regelung der Wasserabgabe durch den Maschinenbetrieb besorgt. Die Stelle des Reservoirs wird in solchen Fällen durch einen grösseren Windkessel eingenommen, welcher zur Druckausgleichung dient, und dessen Manometer den im Versorgungsnetz jeweilig vorhandenen Druck anzeigt. Nach dem Manometerstand wird die Thätigkeit der Maschine geregelt. In maschinentechnischer Hinsicht sind derartige Anlagen durchaus nicht einwandsfrei. Die unregelmässige Inanspruchnahme der Maschine lässt eine ökonomische Brennmaterialverwendung nicht zu und die Abnutzung der einzelnen Theile der Kessel- und Maschinenanlagen geht sicherlich rascher vor sich. Auch liegt die Gefahr nahe, dass gerade zur Zeit eines Brandes der Druck im Windkessel weit herabgesunken ist und demgemäss von den Hydranten aus nicht direct gespritzt werden, auch nicht in der erforderlichen kurzen Zeit die für Herbeiführung eines ausreichenden Leitungsdruckes nöthige Dampfmenge erzeugt werden kann. In bakteriologischer Hinsicht würde dieses System, namentlich wo es sich um filtriertes Wasser handelt, desshalb als vortheilhaft zu betrachten sein, weil das Wasser in möglichst kurzer Zeit von der Reinwasserkammer zum Consumenten gelangt, und daher den etwa durch das Filter gegangenen einzelnen pathogenen Keimen nur ein Minimum an Zeit zu ihrer etwaigen Vermehrung zugestanden wird. Trotzdem eignen sich derartige Einrichtungen ihrer angeführten Nachtheile halber nur für kleinere Wasserversorgungsanlagen.

Windkessel an Stelle der Sammelbehälter.

Nachtheile dieses Systems.

Vortheil in bakteriologischer Hinsicht.

Wenn es nicht gelingt, für Reservoire, denen das Wasser unter üblichem Druck zufliesst, eine solche Höhenlage zu gewinnen, dass der Leitungsdruck für Feuerlöschzwecke ausreichend ist, (25—30 m freier Druck) und die Höhenlage nur eben genügt, das Wasser in alle Stockwerke der Häuser zu befördern, oder wenn man bei Pumpwerken behufs Kostenersparniss den Betriebsdruck auf das letzt genannte Maass zu beschränken gezwungen ist, erscheint es angebracht, ein besonderes kleines eisernes Reservoir (Hochbehälter) mit dem Fassungsraum eines Stundenverbrauches, jedoch nicht unter 80 cbm, anzulegen, welches durch Verbindung mit dem Leitungsnetz den bei Bränden erforderlichen Druck erzeugt. Besonderer Hochdruckbehälter.

Bei grösseren Wasserwerken empfiehlt sich die Anlage von mindestens zwei Sammelbehältern, damit das Ausschalten eines Behälters zwecks seiner Reinigung nicht störend empfunden wird. Zum mindesten ist ein Reservoir vermittelst einer durchgehenden Scheidewand in zwei von einander unabhängige Hälften zu theilen. Auch aus anderen Gründen erscheint die Anlage zweier oder mehrerer Reservoire öfters nothwendig. Beispielsweise werden bei ausgedehnten Versorgungsnetzen Sammelbehälter an verschiedenen Stellen angelegt, um den Druckverlust in den Leitungen, welcher unter Anderem von deren Entfernung vom Reservoir abhängig ist, möglichst niedrig zu halten (Ausgleichreservoire.) Ferner ist es meist billiger, bei mehreren Zuflussleitungen aus verschiedenen Entnahmegebieten für jede Zuflussleitung, oder für je einige derselben, an geeigneter Stelle besondere Sammelbehälter zu erbauen. Endlich ist es nothwendig bei Eintheilung eines Wasserversorgungsgebietes in verschieden hoch gelegene Bewässerungszonen in der Regel für jede ein Sammelreservoir zu errichten. Doppelreservoire. Nothwendigkeit zweier oder mehrerer Sammelbehälter.

An jedem Sammelbehälter sind Wasserstandszeiger anzubringen, so dass das Aufsichtspersonal jederzeit sofort den jeweiligen Wasserstand leicht und sicher ersehen kann. Es empfiehlt sich, mit dem Schwimmer einen selbstthätigen Registrierapparat für die Wasserstände zu verbinden, sowie eine Einrichtung zu treffen, mittelst welcher das Wartepersonal durch Glockensignal benachrichtigt wird, wenn der Wasserspiegel die Maximalhöhe erreicht, oder bei abnorm grosser Wasserabgabe, etwa durch einen Rohrbruch in der Stadt, in unvorhergesehener Weise sinkt. (Elektrische Wasserstandsanzeiger, Fernmelder.) Die Ergänzung dieser Einrichtungen durch eine selbstthätige Registrirung der Zulaufsmengen von der Wasserentnahmestelle ist für die genaue Bestimmung der jeweiligen Wasserabgabe noch nothwendig. Wasserstandszeiger. Registrierapparate. Signalvorrichtungen.

theilende Hauptäste spaltet und hierauf die sämmtlichen Endäste unter einander verbindet, so dass an allen Strassenkreuzungen die Rohre an einer Kreuzungsstelle zusammenlaufen. Je nach dem Resultat einer Untersuchung über die im Versorgungsnetz zu erwartenden Druckverluste werden die Hauptstränge an geeigneten Stellen mit Verbindungsleitungen mittleren Kalibers versehen oder zu deren gegenseitiger Unterstützung eine dieselben verbindende Umlaufleitung angeordnet. — Dieses System ist für grössere Versorgungsgebiete in der Regel am Platze, während das reine Verästelungsystem nur bei lang ausgedehnten schmalen Versorgungsgebieten, sowie der Kostenersparniss halber in manchen kleineren Ortschaften zweckentsprechend Anwendung findet.

Anordnung der Hauptstränge.

Die Combinationen beider Systeme sind vielfach auch in der Weise gerechtfertigt, dass in einzelnen Bezirken eines grösseren Versorgungsgebietes das Circulationssystem, in anderen das Verästelungssystem angewendet wird.

Die Berechnung der Rohrdimensionen erfolgt wegen des wechselnden Wasserverbrauchs innerhalb 24 Stunden nach der Annahme, dass der normale tägliche Bedarf für den Kopf in 12 bis 16 Stunden mit einer Maximalgeschwindigkeit von einem Meter durch die Rohrleitungen zu bewältigen ist. Es ist hierbei auf die Bevölkerungsdichtigkeit die erforderliche Rücksicht in der Weise zu nehmen, dass das Versorgungsgebiet in einzelne, nach der Einwohnerzahl für das ha von einander geschiedene Zonen eingetheilt und unter Zugrundelegung dieser Eintheilung bei gleichzeitiger Beachtung der Terrainverhältnisse das Rohr angeordnet und berechnet wird. Ob die Tageswassermenge innerhalb 16 oder 12 Stunden bei einer bestimmten Maximalgeschwindigkeit von den Leitungen zu liefern ist, richtet sich im Wesentlichen nach dem zur Verfügung stehenden Druck. Bei ungünstigen Druckverhältnissen sind 12 Stunden zu Grunde zu legen. Unter Umständen wird man auch die angegebene Maximalgeschwindigkeit von 1 m für einzelne Strecken, um schädliche Druckverluste zu beseitigen, erniedrigen müssen. Andererseits erscheint es in denjenigen Fällen, in welchen die Wasserbeschaffenheit derartig ist, dass ein längeres Verweilen in den Leitungssträngen Ablagerungen begünstigt, geboten, die Maximalgeschwindigkeit zu erhöhen, soweit es die Druckverhältnisse zulassen. Hierbei wird aber über eine grösste Geschwindigkeit von 1,5 m in der Praxis nicht hinausgegangen werden können, da sonst Rostansätze oder Theilchen des inneren Ueberzugs der Eisenröhren mitgerissen werden können.

Berechnung der Rohrdimensionen.

Bevölkerungsdichtigkeit.

Rücksicht auf Druckverhältnisse.

Geschwindigkeitsannahmen.

Als kleinster Durchmesser für Strassenstränge ist der Feuersicherheit halber ein solcher von 80 mm anzunehmen, dessen Erhöhung auf 100 mm bei geringem Versorgungsdruck (unter 25 m) nothwendig ist. Röhrendurchmesser.

Die aus Gusseisen hergestellten Röhren sind Muffenrohre mit glattem Spitzende. Zum Schutz gegen Rostbildungen erhalten sie innen und aussen einen heiss aufgebrachten Theerüberzug (Dr. Smith'sche Austrichmasse), welcher aus einer Mischung von Bitumen von festem Mineraltheer oder Asphalt mit Theeröl besteht. Für sämmtliche gerade Rohre und Façonstücke, wie Krümmer, Kreuzstücke, Abgänge, sind Seitens des Vereins deutscher Gas- und Wasserfachmänner Normen bezüglich ihrer Form und ihres Gewichtes festgesetzt. Diese Rohre werden gewöhnlich auf 20 Atmosphärendruck geprüft und eignen sich zu einem Betriebsdruck bis zu 10 Atmosphären. Das Verlegen der Röhren muss so geschehen, dass dieselben eine Erddeckung von 1,5 m erhalten, um dem Einfluss der Temperaturwechsel entzogen zu sein. Die Dichtung der Muffen geschieht durch Einstemmen von Hanfstricken auf die halbe Länge der Muffen und Ausgiessen der anderen Hälfte derselben mit Blei, welches nach dem Erkalten ebenfalls dicht geschlagen wird. Gusseisenröhren. Normalien. Druckprüfung. Erddeckung. Rohrverdichtung.

Jedes Strassenrohrnetz besitzt folgende bemerkenswerthe Einzeltheile:

1. Die Schieber, durch welche die einzelnen Leitungsstrecken abgeschlossen werden können, wobei durch eine Zeigervorrichtung der offene oder geschlossene Stand der Schieber erkennbar ist. Es empfiehlt sich, jeden Rohrstrang an den Strassenkreuzungen mit einem Schieber zu versehen, weil hierdurch bei Betriebsstörungen jede einzelne Strassenstrecke ausgeschaltet werden kann. Ausserdem sind Ablass-Schieber an allen Tiefpunkten der Rohrleitungen anzubringen, um, wenn erforderlich, das Rohrnetz entleeren und ausspülen zu können. Schieber.

2. Die Theilkugeln. Dieselben vermitteln die Kreuzung der einzelnen Rohrstränge. Sie bestehen aus einer entsprechend grossen Hohlkugel, von welcher aus unter Vermittelung besonderer Abgangsstücke die einzelnen Rohrstränge ihren Ausgang nehmen. An den Hochpunkten der Leitungen erhalten die Theilkugeln an ihrer oberen Seite Lufthähne oder Luftschrauben, durch welche die angesammelte Luft von Zeit zu Zeit abgelassen werden kann. An den Leitungstiefpunkten geht vom unteren Theil der Kugel der Entleerungsstrang aus. Oefters erhalten die Theilkugeln abschraubbare Deckel und können dann, gleichwie die sogenannten Spundkästen, Theilkugeln. Lufthahn. Entleerung.

theilende Hauptäste spaltet und hierauf die sämmtlichen Endäste unter einander verbindet, so dass an allen Strassenkreuzungen die Rohre an einer Kreuzungsstelle zusammenlaufen. Je nach dem Resultat einer Untersuchung über die im Versorgungsnetz zu erwartenden Druckverluste werden die Hauptstränge an geeigneten Stellen mit Verbindungsleitungen mittleren Kalibers versehen oder zu deren gegenseitiger Unterstützung eine dieselben verbindende Umlaufleitung angeordnet. — Dieses System ist für grössere Versorgnngsgebiete in der Regel am Platze, während das reine Verästelungssystem nur bei lang ausgedehnten schmalen Versorgungsgebieten, sowie der Kostenersparniss halber in manchen kleineren Ortschaften zweckentsprechend Anwendung findet.

Anordnung der Hauptstränge.

Die Combinationen beider Systeme sind vielfach auch in der Weise gerechtfertigt, dass in einzelnen Bezirken eines grösseren Versorgungsgebietes das Circulationssystem, in anderen das Verästelungssystem angewendet wird.

Berechnung der Rohrdimensionen.

Die Berechnung der Rohrdimensionen erfolgt wegen des wechselnden Wasserverbrauchs innerhalb 24 Stunden nach der Annahme, dass der normale tägliche Bedarf für den Kopf in 12 bis 16 Stunden mit einer Maximalgeschwindigkeit von einem Meter durch die Rohrleitungen zu bewältigen ist. Es ist hierbei auf die Bevölkerungsdichtigkeit die erforderliche Rücksicht in der Weise zu nehmen, dass das Versorgungsgebiet in einzelne, nach der Einwohnerzahl für das ha von einander geschiedene Zonen eingetheilt und unter Zugrundelegung dieser Eintheilung bei gleichzeitiger Beachtung der Terrainverhältnisse das Rohr angeordnet und berechnet wird. Ob die Tageswassermenge innerhalb 16 oder 12 Stunden bei einer bestimmten Maximalgeschwindigkeit von den Leitungen zu liefern ist, richtet sich im Wesentlichen nach dem zur Verfügung stehenden Druck. Bei ungünstigen Druckverhältnissen sind 12 Stunden zu Grunde zu legen. Unter Umständen wird man auch die angegebene Maximalgeschwindigkeit von 1 m für einzelne Strecken, um schädliche Druckverluste zu beseitigen, erniedrigen müssen. Andererseits erscheint es in denjenigen Fällen, in welchen die Wasserbeschaffenheit derartig ist, dass ein längeres Verweilen in den Leitungssträngen Ablagerungen begünstigt, geboten, die Maximalgeschwindigkeit zu erhöhen, soweit es die Druckverhältnisse zulassen. Hierbei wird aber über eine grösste Geschwindigkeit von 1,5 m in der Praxis nicht hinausgegangen werden können, da sonst Rostansätze oder Theilchen des inneren Ueberzugs der Eisenröhren mitgerissen werden können.

Bevölkerungsdichtigkeit.

Rücksicht auf Druckverhältnisse.

Geschwindigkeitsannahmen.

Als kleinster Durchmesser für Strassenstränge ist der Feuersicherheit halber ein solcher von 80 mm anzunehmen, dessen Erhöhung auf 100 mm bei geringem Versorgungsdruck (unter 25 m) nothwendig ist. Röhrendurchmesser.

Die aus Gusseisen hergestellten Röhren sind Muffenrohre mit glattem Spitzende. Zum Schutz gegen Rostbildungen erhalten sie innen und aussen einen heiss aufgebrachten Theerüberzug (Dr. Smith'sche Anstrichmasse), welcher aus einer Mischung von Bitumen von festem Mineraltheer oder Asphalt mit Theeröl besteht. Für sämmtliche gerade Rohre und Façonstücke, wie Krümmer, Kreuzstücke, Abgänge, sind Seitens des Vereins deutscher Gas- und Wasserfachmänner Normen bezüglich ihrer Form und ihres Gewichtes festgesetzt. Diese Rohre werden gewöhnlich auf 20 Atmosphärendruck geprüft und eignen sich zu einem Betriebsdruck bis zu 10 Atmosphären. Das Verlegen der Röhren muss so geschehen, dass dieselben eine Erddeckung von 1,5 m erhalten, um dem Einfluss der Temperaturwechsel entzogen zu sein. Die Dichtung der Muffen geschieht durch Einstemmen von Hanfstricken auf die halbe Länge der Muffen und Ausgiessen der anderen Hälfte derselben mit Blei, welches nach dem Erkalten ebenfalls dicht geschlagen wird. Gusseisenröhren. Normalien. Druckprüfung. Erddeckung. Rohrverdichtung.

Jedes Strassenrohrnetz besitzt folgende bemerkenswerthe Einzeltheile:

1. Die Schieber, durch welche die einzelnen Leitungsstrecken abgeschlossen werden können, wobei durch eine Zeigervorrichtung der offene oder geschlossene Stand der Schieber erkennbar ist. Es empfiehlt sich, jeden Rohrstrang an den Strassenkreuzungen mit einem Schieber zu versehen, weil hierdurch bei Betriebsstörungen jede einzelne Strassenstrecke ausgeschaltet werden kann. Ausserdem sind Ablass-Schieber an allen Tiefpunkten der Rohrleitungen anzubringen, um, wenn erforderlich, das Rohrnetz entleeren und ausspülen zu können. Schieber.

2. Die Theilkugeln. Dieselben vermitteln die Kreuzung der einzelnen Rohrstränge. Sie bestehen aus einer entsprechend grossen Hohlkugel, von welcher aus unter Vermittelung besonderer Abgangsstücke die einzelnen Rohrstränge ihren Ausgang nehmen. An den Hochpunkten der Leitungen erhalten die Theilkugeln an ihrer oberen Seite Lufthähne oder Luftschrauben, durch welche die angesammelte Luft von Zeit zu Zeit abgelassen werden kann. An den Leitungstiefpunkten geht vom unteren Theil der Kugel der Entleerungsstrang aus. Oefters erhalten die Theilkugeln abschraubbare Deckel und können dann, gleichwie die sogenannten Spundkästen, Theilkugeln. Lufthahn. Entleerung.

als Reinigungsstellen benutzt werden. Es ist zweckmässig, die Theilkugeln nebst den Schiebern für jede Strassenkreuzung in einem Schacht zu vereinigen und dadurch zugänglich zu machen.

Schächte.

Feuerhähne.

3. Die Feuerhähne oder Hydranten. Dieselben dienen zur Entnahme des Wassers im Falle von Bränden und für die Begiessung der öffentlichen Strassen und Plätze. Sie sind in Entfernungen von in der Regel 50 m anzuordnen und ihre Lage durch ein am nächsten Haus angebrachtes gut sichtbares Schild zu bezeichnen.

4. Die Einrichtungen zur Wasserabgabe.

a. Wasserentnahmestellen auf Strassen und Plätzen.

Gleichwie in manchen Orten, welche eine Centralversorgung nicht besitzen, nur aus einzelnen, auf Strassen und Plätzen befindlichen Pumpbrunnen der Trinkwasserbedarf gedeckt werden kann, so wird auch bei centraler Versorgung in kleineren Orten vielfach die Einrichtung getroffen, dass die Wasserentnahmestellen nur auf dem öffentlichen, dem Verkehr dienenden Grundeigenthum angeordnet werden.

Bemessung der Entfernung der Brunnen unter einander und ihrer Anzahl.

Für Giess-, Spül- und Feuerlöschzwecke wird das Wasser den Hydranten entnommen, während der Bedarf an Trink- und Brauchwasser durch an die Hauptleitung angeschlossene Brunnen geliefert wird. Die Brunnen sollten in Entfernungen von höchstens 200 m von einander über das ganze Versorgungsgebiet derart vertheilt sein, dass auf etwa 150, noch besser nur 100 Köpfe ein Brunnen trifft.

Laufbrunnen.

Ventilbrunnen.

Die Brunnen sind entweder Lauf- oder Ventilbrunnen. Bei Ersteren fliesst stets eine bestimmte Wassermenge, etwa 5—10 l in der Minute, dem Brunnen zu, während bei Letzteren die Steigröhre des Brunnens durch ein Ventil für gewöhnlich abgeschlossen ist, welches bei Wasserbedarf gehoben und dadurch das Wasser des Brunnens zum Auslauf gebracht wird. Die Laufbrunnen haben den Vortheil, dass sie Wasser von stets gleichmässiger frischer Temperatur liefern, jedoch läuft bei ihnen eine grosse Menge Wassers nutzlos ab. Bei den Ventilbrunnen dagegen kann die zur Verfügung stehende Wassermenge für den wirklichen Bedarf vollständig ausgenutzt werden und gegenüber dem Laufbrunnen die Auslaufmenge des Wassers in der Minute viel grösser bemessen werden, so dass das Füllen der Wassergefässe sehr rasch von Statten geht. Mit Rücksicht hierauf sind Ventilbrunnen zur alleinigen Anwendung zu empfehlen, und Laufbrunnen nur zuzulassen, wenn besonders reichliche Wassermengen

Vor- und Nachtheile der Lauf- und Ventilbrunnen.

zur Verfügung stehen. Missständigen Temperaturerhöhungen kann durch ausreichend tiefe Lage der Wasserhauptleitungen fast stets vorgebeugt werden.

Die Vortheile der Ventilbrunnen können mit denjenigen der Laufbrunnen vereinigt werden, wenn das Ventil der ersteren derart durchbohrt wird, dass dauernd ein dünner Wasserstrahl läuft. Aber auch diese Einrichtung ist nicht mehr anwendbar, sowie die zur Verfügung stehende Wassermenge zur Sparsamkeit mahnt.

In Ortschaften mit landwirthschaftlichen Betrieben, also besonders in Dorfgemeinden, ist es meist nothwendig, öffentliche Brunnen anzulegen, die zum Tränken des Viehes geeignet sind. Für diesen Zweck sind Laufbrunnen mit vorgelagerten Trögen oder Sammelbehältern zu verwenden. Viehtränkstellen.

Die Einrichtung von Wasserabgabestellen nur auf den Strassen und Plätzen birgt die Gefahr in sich, dass die in den einzelnen Hofraithen stehenden älteren Pumpbrunnen, welche meist aus verunreinigtem Untergrund das Wasser entnehmen, aus Bequemlichkeit auch noch nach eingeführter centraler Wasserversorgung zur Deckung des Trinkwasserbedarfs in Anspruch genommen werden. Es erscheint daher in erster Linie geboten, Wasserabgabestellen in den Privatanwesen einzurichten und in zweiter Linie die Abgabestellen bei Centralversorgungen nur dann auf Strassen und Plätze zu beschränken, wenn die finanziellen Verhältnisse einer Gemeinde keine andere Wahl lassen, dann aber allermindestens den Genuss des Wassers aus den alten Privatpumpbrunnen zu verbieten und dieselben mit der warnenden Aufschrift „Kein Trinkwasser" versehen zu lassen. Zu Zeiten von Epidemien sind derartige Brunnen vorsichtshalber polizeilich zu schliessen und geraume Zeit, womöglich für immer, geschlossen zu halten. Hygienische Bedenken gegen die Beschränkung der Abgabestellen auf Strassen und Plätze.

b. Abgabestellen innerhalb der Grundstücke.

Durch die Einführung des Wassers in das Innere der Grundstücke und Errichtung von Zapfstellen an allen Orten des häuslichen Wasserverbrauchs (Höfen, Küchen, Waschküchen, Closets, Badezimmern u. s. w.) wird die hohe Annehmlichkeit einer centralen Wasserversorgung erst ganz gewürdigt und die Möglichkeit geboten, letztere zu ihrer vollen hygienischen Wirksamkeit gelangen zu lassen. Das stete Zurhandsein des Wassers in unseren Wohnungen verhindert eine übel angebrachte Sparsamkeit im Wasserverbrauch und regt den Reinlichkeitssinn auf's Mächtigste an. Bade- und Closeteinrichtungen sind erst durch Einleitung von Druckwasser in die Häuser allgemein einführbar geworden. In erster Linie sollte demgemäss stets auf die Vortheile der Wassereinführung in das Innere der Grundstücke.

Wasservertheilung nach allen einzelnen Verbrauchsstellen eines Hauses Bedacht genommen werden und nur, wenn finanzielle Rücksichten oder nicht ausreichender Leitungsdruck es erforderlich erscheinen lassen, die Wasserversorgung der einzelnen Grundstücke sich auf eine Zapfstelle im Hofe oder im Hausflur beschränken.

α) Allgemeines über die Privatleitungen.

Anbohrhähne. Die Verbindung der Privatleitungen mit den Strassensträngen geschieht in der Regel durch Anbohrhähne von 13 mm (1/2 Zoll) lichter Weite, welche bei grösseren Anwesen auf 19 mm (3/4 Zoll) erhöht wird, und abgesehen von öffentlichen Gebäuden, Fabriken u. s. w. nur selten über 25 mm (1 Zoll) Lichtweite aufweist. Als Durchmesser für die Privatleitungen werden gewöhnlich 19 und 25 mm gewählt. Jede Anschlussleitung erhält ausser den Anbohrhähnen eine besondere Absperrvorrichtung in der Strasse, welche meist unter dem Trottoir angebracht (Strassenhaupthahn) und nur durch die Wasserwerkverwaltung bedient wird. Seitens Letzterer werden die Anschlussleitungen meist einen Meter weit über die Grundstücksgrenze hineingeführt und dort mit einem Abstellhahn, dem Privathaupthahn, versehen, welcher von dem Konsumenten zum Abschliessen der Leitung zu benutzen ist.

Durchmesser.

Strassenhaupthahn.

Privathaupthahn.

Material. Als Material für die Privatleitungen kommen meist Bleiröhren zur Anwendung. Sie stehen zwar den Eisenröhren an Druckfestigkeit nach, haben aber den grossen Vorzug, dass sie nicht rosten und sich sehr leicht installiren lassen, weil ihnen ohne Mühe jede gewünschte Biegung gegeben werden kann und Abzweigungen an jeder gewünschten Stelle durch Anschneiden und Verlöthung ohne Schwierigkeit angeordnet werden können.

Bleiröhren.

Gefahren der Bleileitungen. Unter gewissen Umständen kann aber die Verwendung von Bleiröhren zu Wasserleitungszwecken mit ernstlichen gesundheitlichen Gefahren verknüpft sein. Es ist nämlich eine Thatsache, dass weiches Wasser, insbesondere solches, welches Kohlensäure enthält, das Blei auflöst und dass durch den Genuss solchen Wassers Bleivergiftungen entstehen können. Doch ist dieser Gefahr leicht dadurch auszuweichen, dass, wie dies in Dessau geschieht, in das Wasser so viel gepulverter Kalkspath eingestreut wird, als nöthig ist, um durch Bildung von Calciumbicarbonat die vorhandene Kohlensäure zu binden, in welchem Falle keine Lösung mehr stattfindet. Ein anderes Mittel, die Bleilösung zu hindern, besteht darin, die Bleiröhren mit Schwefelkaliumlösung zu behandeln, um dadurch die Innenwand der Röhren mit unlöslichem Schwefelblei zu überziehen. Dieses Mittel ist in den

Mittel hiergegen.

weitaus meisten Fällen vollständig ausreichend und hat sich beispielsweise in Wiesbaden, durch dessen Wasserversorgung sehr weiches Wasser geliefert wird, vollkommen bewährt. Mit Rücksicht hierauf müssen die Bedenken gegen die Verwendung der Bleiröhren wegen der Löslichkeit des Bleies im Wasser in der Regel fallen gelassen werden. An Stelle von Bleiröhren werden häufig auch verzinkte, schmiedeeiserne Röhren angewendet. Da aber auch Zink im Wasser löslich und die Lösung, wenn auch in geringerem Grade als Bleilösung, Gift für den menschlichen Organismus ist, ausserdem sich an den Verbindungsstellen, von welchen der Zinküberzug entfernt ist, Rostknollen bilden, so kann den verzinkten Schmiedeeisenröhren vor den Bleiröhren nur dann ein Vorzug eingeräumt werden, wenn das in Betracht kommende Trinkwasser Eigenschaften aufweist, welche die Bleilösung in ganz besonderer Weise begünstigen. Bleiröhren mit Zinneinlage, bei welchen eine schädliche Metalllösung ausgeschlossen ist, konnten sich ihres hohen Preises wegen, und weil beim Löthen der verschieden hohe Schmelzpunkt beider Metalle Schwierigkeiten bereitet, nicht allgemein Eingang verschaffen.

Schmiedeeiserne Röhren.

Bleiröhren mit Zinneinlage.

β) Installationsregeln und einzelne Theile der Privatleitungen.

Zur Sicherung des ungestörten Wasserbezuges sind bei Herstellung der Hausleitungen die nachstehenden Regeln zu beachten.

Alle Leitungen sind derart zu verlegen, dass sie sowohl vor den Einwirkungen des Frostes als auch vor grösserer Wärme geschützt sind. Ausserhalb des Hauses wird dieser Forderung dadurch genügt, dass die Röhren überall eine Erddeckung von 1,5 m, allermindestens aber 1,3 m, erhalten. Innerhalb des Hauses werden zu diesem Zwecke die Röhren möglichst an Innenmauern fortgeführt. Rohrstrecken, welche in weniger geschützte Räume fallen, müssen durch Umwickelung mit Isolirmitteln geschützt werden, gleichwie die Leitungen, welche ausserhalb des Hauses nicht genügende Deckung finden können, mit einem schlechten Wärmeleiter zu umgeben sind. In Mauern sollen die Rohre nicht eingebettet werden, wenn zu deren Herstellung hydraulischer Kalk- oder Cementmörtel Anwendung gefunden hat, da diese Mörtel das Blei angreifen. Es empfiehlt sich, die für die Leitungen in den Mauern ausgespitzten Rinnen nach Einbringen der Leitungen nicht einzuputzen, sondern durch einen wasserdichten Stoff oder eine Holzleiste zu decken, weil die Leitungsröhren hierdurch stets leicht zugänglich bleiben. Uebereinander liegende Entnahmestellen, wie Küchen, Küchenzapfhähne, Closethähne, werden

Verlegen der Leitungen.

Frostfreie Lage.

Zugänglichkeit.

Steigleitungen. zweckmässig aus je einer Steigleitung gespeist, weil dadurch die kürzesten Rohrlängen erzielt und längere Rohrstrecken im horizontalen Sinne in den einzelnen Stockwerken vermieden werden. Solche Strecken sind nämlich zufälligen Beschädigungen leichter ausgesetzt und das Undichtwerden derselben ist in der Regel mit grösserem Schaden verknüpft, als bei Steigleitungen. Die Anordnung einzelner Steigleitungen gewährt ferner den grossen Vortheil, dass bei Betriebsstörungen einzelner Zapfstellen oder Zweigleitungen nur die zugehörige Steigleitung abgeschlossen zu werden braucht, ohne dass die übrigen Leitungen hiervon berührt werden.

Rohrvertheilung. Die Vertheilung der Röhren erfolgt am Geeignetsten im Kellerraum. Die gesammte Hausleitung muss hierbei vom Privathaupthahn ab, nach Absperrung durch denselben vom Strassennetz, vollständig entleert werden können. Dies geschieht durch einen Haupt-Entleerungshahn, der an der tiefsten Stelle der Leitungen anzubringen ist. Auch jede von der Hauptleitung abzweigende Steig- oder Nebenleitung ist mit einem Absperr- und Entleerungshahn zu versehen. Alle Rohrleitungen sind im Gefälle nach den Entleerungshähnen zu möglichst gerade unter strengster Vermeidung von Ausbiegungen im vertikalen Sinne, sogenannten Wassersäcken, zu verlegen. Die Weite der Rohre ist der Anzahl der Zapfstellen entsprechend zu bemessen. Bis zu 10 einfachen Zapfstellen von 13 mm ($^1/_2$ Zoll) Durchmesser genügt ein gewöhnlich $^3/_4$ zölliges Zuleitungsrohr, für 10—20 Zapfstellen ein einzölliges; für 20—40 Stellen ein $1^1/_2$ zölliges Rohr. Stets ist der Durchmesser des Leitungsrohres grösser als derjenige der Zapfhähne anzuordnen. Zur Sicherung gegen Durchnässung und Ueberschwemmung aus undicht gewordenen oder offen stehen gelassenen Zapfhähnen ist unter jedem solchen eine Abflussvorrichtung anzubringen. Sämmtliche Absperrhähne, Entleerungsvorrichtungen u. s. w. müssen leicht zugänglich sein.

(Marginalien: Absperr- u. Entleerungshähne. — Gefälle. — Rohrweiten. — Abflussvorrichtung.)

3. Wichtigere Constructionstheile der Privatleitungen.

Zapfhähne. Als Zapfhähne sollten bei jeder Druckleitung grundsätzlich nur die sogenannten Niederschraubhähne verwendet werden, weil sich dieselben erst durch mehrmalige Umdrehung einer Schraubenspindel vollständig öffnen und schliessen lassen und daher die mit dem plötzlichen Schliessen verbundenen heftigen Wasser-Rückstösse vermieden werden.

Niederschraubhähne. Derartige Rückstösse sind nämlich durch den hohen Druck, den sie ausüben, den Leitungen und allen Constructionstheilen besonders schädlich und bewirken bald Undichtigkeiten. Ihrer Construction nach unterscheidet man: Gumminiederschraubhähne und Ventilnieder-

schraubhähne. Bei ersteren wird eine mit Hanfeinlage versehene Gummiplatte gegen die auf einer Fläche ausmündenden Oeffnungen des Ein- und Auslaufes durch eine mit Handgriff versehene Schraubenspindel fest angedrückt und schliesst dadurch die beiden Oeffnungen von einander ab, sodass kein Wasser austreten kann. Wird die Schraubenspindel aufgedreht, so hebt sich durch den Wasserdruck die an ihren Rändern wasserdicht aufgeschraubte Gummiplatte und lässt in ihrer Ausbauchung das Wasser der Einlaufmündung zum Auslauf dringen. Beim Niederschraubventilhahn wird die Ausmündungsöffnung allein durch ein Ventil mit Ledersitz, welches durch eine Schraubenspindel auf- und abbewegt wird, geschlossen. Beim Oeffnen des Ventiles tritt das Wasser nach dem Auslauf. Die Schraubenspindel muss hier, im Gegensatz zur anderen Construction nach aussen hin durch eine Stopfbüchse abgeschlossen sein.

Schwimmkugelhähne werden für die Füllung von Wasserbehältern, insbesondere Closetreservoiren, verwendet. Dieselben schliessen sich selbstthätig, wenn ein gewisser Wasserstand im Reservoir erreicht ist, und öffnen sich wieder beim Sinken des Wassers zu erneuter Füllung. Anstatt durch eine von Hand drehbare Schraubenspindel wird hier das Oeffnen und Schliessen des Ventils, bezw. der Gummiplatte durch eine Hebelübersetzung von einer Schwimmkugel aus bewirkt. Schwimmkugelhähne.

Die Zapfstellen im Freien, welche meist mit Ventilhähnen versehen sind, erfordern eine Entleerung der Leitung bis unter Frosttiefe. Diese Entleerung wird selbstthätig in der Regel dadurch bewirkt, dass beim Schliessen des Sitzventils durch die Führungsstange der Steigleitung eine Oeffnung im unteren Theile des Steigrohres frei gemacht und dadurch dasselbe entleert wird. Entleerung der im Freien sitzenden Zapfhähne.

Die Durchgangshähne dienen nur als Absperr- und Regulierhähne. Sie können sowohl als Niederschraubhähne als auch als einfache Kegelhähne angeordnet werden. Letztere bestehen bekanntlich aus einem in einem Hohlkegelgehäuse eingeschliffenen massiven Metallkegel, welcher durchbohrt ist, sodass durch blosses Drehen eine Verbindung oder Absperrung des Zu- und Ablaufes bewirkt werden kann. Die bei diesen Hähnen bei schnellem Auf- und Zudrehen eintretenden Rückstösse kommen bei der sehr seltenen Handhabung der Durchgangshähne weniger in Betracht. Als Entleerungshähne werden meist Kegelventilhähne verwendet. Durchgangshähne. Entleerungshähne.

Die Aichhähne werden in die Privatzuleitung dann eingeschaltet, wenn ein constanter Wasserzulauf nach dem Privatgrundstück stattfindet, durch welchen in der Zeiteinheit eine bestimmte Wasser- Aichhähne.

menge abgegeben werden soll. Jeder Durchgangshahn könnte als Aichhahn Verwendung finden. Die einmal festgesetzte Stellung der Hahnspindel muss alsdann unverändert beibehalten werden und es ist desshalb der Hahn für Unberufene unzugänglich zu machen. Da aber bei hohem Druck schon ganz unmerkliche Aenderungen der Hahnstellung grosse Unterschiede in den abgegebenen Wassermengen verursachen, so hat man Aichhähne construirt, welche zwei excentrisch durchbohrte Metallplättchen enthalten, die so gegen einander gedreht werden können, dass sie sowohl dem Wasser den vollen Durchfluss gestatten als auch, sich allmählich überdeckend, nach und nach eine vollständige Schliessung für den Wasserdurchgang bewirken. Hierdurch ist eine sehr genaue Bemessung der abzugebenden Wassermenge möglich, weil scharf abgegrenzte und unveränderliche Durchgangsflächen geschaffen werden. —

Wassermesser.

Durch die in die Zuleitung eingeschalteten Wassermesser wird der Wasserverbrauch in den dahinter liegenden Rohrleitungen und deren Zapfstellen gemessen und angezeigt. Ausser der Controle des Verbrauchs ist hierdurch die Möglichkeit gegeben, die Gebühr für den Wasserbezug nach der wirklich abgegebenen Menge festzusetzen. Die Wassermesser werden unmittelbar nach dem Eintritt der Privatanschlussleitung in das Grundstück in die Leitung eingeschaltet und zwar am zweckmässigsten vor dem Privathaupthahn. Für die centralen Wasserversorgsanlagen kommen 2 Systeme von Wassermessern, nämlich Kolbenmesser und Turbinen- oder Flügelmesser, in Betracht. Bei ersteren wird ein Kolben durch das zuströmende Wasser in einem Cylinder auf- und abbewegt. Die Anzahl der Kolbenhube ist der durchfliessenden Wassermenge porportional und wird auf ein Zähl- und Zeigerwerk übertragen, von welchem die durchgeflossene Wassermenge unmittelbar abgelesen werden kann. Bewährte Constructionen sind die von Kennedy, Frost, Schmid & Träger. — Bei den Turbinenmessern drückt das durchfliessende Wasser auf die Flügel eines Rädchens, welches dadurch die Geschwindigkeit des Wassers annimmt, so dass die Umdrehungszahl proportional der eingelaufenen Wassermenge ist. Die Umdrehungen werden durch ein Zählwerk registriert und vermittelst der zugehörigen Zeiger die verbrauchte Wassermenge jederzeit ablesbar gemacht. Empfehlenswerthe Messer dieser Art sind diejenigen von Siemens und Halske, von Faller, von Meinecke, von Valentin, sowie von Dreyer, Rosenkranz und Droop.

Kolbenmesser. Turbinenmesser.

Die Kolbenmesser liefern die genauesten Resultate, haben aber den Nachtheil grösseren Druckverlustes und grösserer Anschaffungs-

kosten. Die Turbinenmesser zeigen kleine Wassermengen zu niedrig an, haben aber den Vorzug der Billigkeit. Bei geringen Durchfluss-geschwindigkeiten sind Druckverluste kaum bemerkbar und unter gewöhnlichen Verhältnissen weisen die Angaben eines guten Messers nur Fehler von 2 bis allerhöchstens 4% auf. Die Turbinenmesser haben denn auch die meiste Anwendung gefunden.

Von Zeit zu Zeit müssen die Messer nachgesehen und wiederholt geaicht werden.

5. Verschiedene Bezugsarten des Wassers in den Privatanwesen und Bezahlungsweise desselben.

In den ersten Zeiten des Wasserversorgungswesens war man meist bestrebt, jedem Anwesen den Bezug sogenannten laufenden Wassers zu Theil werden zu lassen. Es wurden demgemäss, in den Häusern Brunnenbecken mit constant laufendem Wasserstrahl errichtet und die Zumessung des Wassers durch Aichhähne bewirkt. Die Bezahlung des Wassers erfolgt nach der Menge des in der Minute zufliessenden Wassers. In Süddeutschland war und ist theilweise noch das sogenannte Steftenmaass eingeführt (1 Steften = etwa 2 l in der Minute) und nach der Anzahl der Steften wurde Seitens der Privateigenthümer Bezahlung geleistet. Dieses System der Wasserabgabe hat den grossen Vortheil, dass immer frisches Wasser zur Verfügung steht. Allein bald erkannte man, dass mit ihm eine ungeheure Wasservergeudung verbunden ist, indem grosse Wassermengen unbenutzt zum Abflusse gelangen und so ihrem Zweck entzogen werden. Durch möglichste Verminderung der Zulaufmenge suchte man diesem Uebel, unter welchem manche Wasserversorgung als unzulänglich sich erwies, zu steuern.

Laufendes Wasser.

Steften-system.

Wasservergeudung.

Da bei kleinem Wasserzufluss die Entnahme grösserer Wassermengen, wie z. B. in Eimern, mit grossem Zeitverlust verbunden war, so setzte man jeden Laufbrunnen mit einem Wasserbehälter, in dem sich das Wasser in grösserer Menge sammelte, in Verbindung. Die Folge war aber, dass das Wasser im Behälter die Frische verlor und der Verunreinigung ausgesetzt war, wodurch der Vortheil der Laufbrunnen zum grossen Theil illusorisch wurde, ohne dass die Wasser-Vergeudung eine ausreichende Bekämpfung erfuhr.

Einestheils der Wasserverschwendung entgegenzuwirken, anderentheils um einen möglichst billigen Betrieb zu erzielen, werden in manchen Städten unter den Dächern Hausreservoire aufgestellt, denen nur soviel Wasser täglich zugeführt wird, als der gesammte Hausbedarf thatsächlich beträgt, bezw. als Wasser bezahlt wird.

Haus-reservoire.

Das Zuführen des Wassers in das Reservoir erfolgt entweder selbstthätig durch einen Schwimmerhahn, welcher den Zulauf bei gefülltem Reservoir schloss, oder durch Oeffnen der gewöhnlich geschlossenen einzelnen Strassenhaupthähne, so dass in letzterem Fall die betreffenden Wasserwerksanlagen nur während einer gewissen Anzahl von Stunden in Betrieb zu sein brauchten. Von dem Hauptreservoir aus zweigt sich das von ihm gespeiste Leitungsnetz ab. Eine derartige Wasserabgabe wird im Gegensatz zur vorherigen, welche als „constante“ zu bezeichnen ist, eine, intermittierende genannt. Es ist ersichtlich, dass eine solche Bezugsart in hygienischer Hinsicht durchaus verwerflich ist. Selbst abgesehen davon, dass das Wasser in den Hausreservoiren im Sommer schal wird, ist der Wasserbezug derart in Fesseln geschlagen, dass er dem wirklichen Bedürfniss, sobald dasselbe über ein bestimmtes Maass hinausgeht, nicht mehr entsprechen kann. Man ist also zu Zeiten gezwungen, mit dem Wasser zu sparen und zu geizen, was unter Umständen hygienisch bedenklicher ist, als wenn Wasser vergeudet wird.

Constante und intermittierende Wasserabgabe.

Das einzige System der Wasserabgabe, bei welchem bei nicht zu hohem Preise ohne Nachtheile der vorhin beschriebenen Art das Wasser bezogen wird, ist dasjenige der continuirlichen Hauswasserversorgung vermittelst Zapfstellen unter entsprechender Controle des Wasserverbrauchs. Durch die Zapfstellen steht jederzeit ausreichend Wasser für den Gebrauch bereit, ohne dass solches zwischenzeitlich durch Ablauf verloren ginge. Höchstens könnte dies dadurch geschehen, dass Zapfhähne unvorsichtiger Weise offen gelassen werden. Hiergegen und gegen muthwillige Wasservergeudung sichert aber eine Controle des Wasserverbrauchs durch Hauswassermesser am Besten. Es empfiehlt sich am Meisten, das abgegebene Wasser nach der wirklich verbrauchten und durch den Wassermesser angezeigten Menge vergüten zu lassen, wobei behufs Vermeidung von hygienisch zu verurtheilender Wassereinschränkung entweder der Wasserpreis thunlichst niedrig zu halten, oder für jede Privatleitung eine abzunehmende geringste Wassermenge festzusetzen ist, welche unter allen Umständen, gleichviel ob sie verbraucht wird oder nicht, mit mässigem Preise bezahlt werden muss. Alle anderen Arten der Wasserabgabe und der Vergütungsweise des abgegebenen Wassers haben sich nicht so gut auf die Dauer praktisch bewährt, als diejenige durch Vermittlung der Wassermesser. Es hat sich insbesondere herausgestellt, dass die schon öfters aufgestellte Behauptung, das Publikum würde bei Einführung von Wassermessern zu sparsam mit dem Wasser umgehen und dieses System hierdurch

Continuirliche Wasserabgabe mittelst Zapfstellen bei Verbrauchscontrole durch Wassermesser.

Vergütungsweise des verbrauchten Wassers.

Vortheile der Wassermessereinführung.

minderwerthig sein, bei verständig angesetztem Wasserpreis sich nicht bewahrheitet. Wohl aber hat man noch immer die Erfahrung gemacht, dass die meisten Wasserconsumenten nach Einführung der Wassermesser ungerechtfertigte Wasserverschwendungen, wie längeres Laufenlassen des Wassers im Sommer zu Kühlzwecken, einstellen und Hand in Hand mit den Wasserwerksverwaltungen arbeiten, um Wasserverluste zu entdecken und zu beseitigen. Hierdurch wurden nach Einführung der Wassermesser die Wasserwerke vielfach in den Stand gesetzt, mit der ihnen zu Gebote stehenden Wassermenge, welche bislang kaum nothdürftig genügen wollte, einer grösseren Bevölkerungszahl die Wohlthat eines in jeder Hinsicht ausreichenden Wasserbezuges zukommen lassen zu können. —

Distriktswassermesser als Mittel zur Entdeckung und Beseitigung von Wasserverlusten.

Als Mittel zur Entdeckung von Wasserverlusten im Strassenrohrnetz und zur Ermittelung grösserer Wasservergeudungen bedient man sich in England vielfach der von Deacon angegebenen Distriktswassermesser. Dieselben, neuerdings auch in Deutschland eingeführt, sind nach Art der Turbinenmesser so gross gebaut, dass sie in Hauptstrassenleitungen eingeschaltet werden können, um hierdurch dauernd, oder doch zeitweise, den Wasserverbrauch eines städtischen Versorgungsdistriktes messen und controlieren zu können. Durch den Vergleich mit den Verbrauchsmengen in anderen Distrikten und mit früheren Messungsresultaten, sowie durch Nachtmessungen bei offenen und geschlossenen Hauptschiebern und Hähnen können Leitungsundichtigkeiten, Rohrbrüche, sowie Wasservergeudungen leicht für den jeweiligen Distrikt festgestellt werden. Die einzelnen Fehlerstellen werden durch nächtliches Abhören der Leitungen an den Kreuzungspunkten und den Hydranten, sowie an den Hausleitungs-Absperrstellen ermittelt. —

Schieber-Umlauf-Leitungen mit Wassermessern.

Zur Auffindung undichter Röhren u. s. w. haben sich auch kleine, meist nur 13 mm weite Umlaufleitungen neben den Hauptschiebern, mit eingeschalteten gewöhnlichen Wassermessern, bewährt. Wenn durch Schliessung der Schieber und der Privatabstellhähne eine Leitungsstrecke ganz ausser Betrieb gesetzt wird und der in der Umlaufleitung befindliche Wassermesser dennoch einen Durchfluss nach der abgesperrten Strecke hin anzeigt, so ist dies ein sicheres Zeichen, dass in derselben ein Wasserabgang stattfindet, dessen Grösse der Wassermesser angiebt. —

In Frankfurt a. M. konnten durch die Einführung von Distriktswassermessern die Wasser-Verluste und -Vergeudungen auf ein gegen die früheren Zahlen ausserordentlich geringes Mass heruntergebracht werden.

Wo die ziemlich theueren Distriktsmesser nicht eingeführt sind, kann durch nächtliches Abhören der Rohrstrecken und durch Benutzung der eben beschriebenen Umlaufleitungen trotzdem eine ziemlich gute Controle über die Dichtigkeit des Strassennetzes geführt werden. Auch eine wirksame Ueberwachung über die private Wasserentnahme lässt sich hierbei einrichten. Einen ziffernmässigen Nachweis über die Vertheilung des Wasserverbrauches auf die einzelnen Stadtbezirke, wie das durch Distriktsmesser ermöglicht wird, erhält man allerdings nicht. Bei Wasserwerken ohne Privatwassermesser empfiehlt sich die Einführung der Distriktswassermesser jedenfalls. —

6. Nothwendigkeit der Schaffung centraler Wasserversorgungen durch die Gemeinden und ihre Benützung Seitens der Grundstücksbesitzer.

Die ersten Druckwasserversorgungsanlagen wurden mehr als Luxuseinrichtungen angesehen, deren Benutzung nur demjenigen zugänglich sein sollte, welcher das Wasser nach damaliger Ansicht „theuer“ bezahlte. Da es fast allgemein gebräuchlich war, das Wasser aus den von den Gemeinden hergestellten öffentlichen Brunnen, welche früher die Stelle der jetzigen allgemeinen Wasserversorgungen einnahmen, ohne jede Vergütung entnehmen zu lassen, und auch die aus den Privatbrunnen erlangten Wassermengen als freie Gottesgabe betrachtet wurden, so war ein erklärlicher Widerwille vorhanden, für das „Seitens der Gemeinden“ durch Centralversorgungen gelieferte Wasser Gebühren zu bezahlen. Man bedachte nicht, dass auch bislang der entsprechende Beitrag zu den Kosten der öffentlichen Brunnenanlagen durch die allgemeinen Gemeindeabgaben doch geleistet werden musste und dass auch die Kosten der Privatbrunnenanlagen einen Wasserbezugspreis darstellten. Dieser Umstand, sowie die Neuheit der Sache, der Mangel an genügend ausgebildetem technischen Personal und die früher grössere Schwierigkeit der Geldbeschaffung führten dazu, dass die Errichtung der Wasserwerke anfänglich nur von — meist englischen — Erwerbsgesellschaften in die Hand genommen wurde. Es ist aber klar, dass der Betrieb von Wasserwerken durch Private, für welche in erster Linie die Erzielung eines möglichst hohen Reingewinnes massgebend ist, der wünschenswerthen billigen, allgemeinen Benutzung des Wasserwerkes nicht förderlich sein kann. Wohl haben die privaten Wasserwerksgesellschaften einen hervorragenden Antheil an der Entwickelung des Wasserversorgungswesens dadurch, dass sie, frei von den in den Gemeinden vielfach auftretenden und sich Geltung verschaffenden Bedenken gegen

Widerwille gegen Bezahlung des Wassers.

Errichtung der Wasserwerke durch Erwerbsgesellschaften.

Neuerungen, auf ihr Risico hin mustergiltige centrale Versorgungsanlagen schufen und, unter späterer Vervollkommnung der technischen Einrichtung, die Vortheile des unmittelbaren Wasserbezuges in allen Stockwerken der Häuser praktisch vorführten; dass sie ferner das allgemeine Verständniss für die Wohlthaten einer geordneten Wasserversorgung zeitigten, sowie das Publikum daran gewöhnten, ein gutes und jederzeit zur Verfügung stehendes Wasser in Geldeswerth zu schätzen, und schliesslich den Gemeinden die Thatsache überzeugend nachwiesen, dass die Errichtung eines Wasserwerkes bei verständiger Organisation keine Belastung des öffentlichen Haushaltes bedeute. Der Betrieb einer städtischen Wasserversorgung sollte jedoch nur ausnahmsweise einer Erwerbsgesellschaft überlassen werden. Hierbei sollte vertragsmässig sowohl für ein wirksames Einspruchsrecht gegen alle Massnahmen des Unternehmers, welche dem allgemeinen nützlichen Zwecke der Wasserversorgung zuwiderlaufen, Sorge getragen, als auch den Gemeinden das Recht gewahrt werden, die Anlage innerhalb eines nicht zu langen Zeitraumes gegen Abfindung in eigenen Betrieb zu übernehmen. Selbstredend sind der Wasserpreis und die Wasserabgabebedingungen Seitens der Gemeinde ortsstatutarisch festzusetzen.

Verdienste der privaten Wasserwerksgesellschaften an der Entwicklung des Wasserversorgungswesens.

Bei dem heutigen Stande des Wasserversorgungswesens und gegenüber den unbestrittenen hygienischen Vortheilen centraler Wasserversorgungsanlagen muss es als Pflicht der zur Hebung der sanitären Verhältnisse ihrer Angehörigen berufenen Gemeinden bezeichnet werden, diese Anlagen zu schaffen. Vom hygienischen Standpunkt aus betrachtet wäre die Ausübung eines gesetzlichen Zwanges auf die Gemeinden zur Herstellung von Wasserwerken nur zu billigen. Ein allgemeines zwangsweises staatliches Vorgehen in dieser Hinsicht würde indess ohne schwere Eingriffe in die communalen Verhältnisse nicht möglich sein und jedenfalls dann sich undurchführbar erweisen, wenn nicht gleichzeitig Staats-Darlehen den financiell schlecht stehenden Gemeinden zur Verfügung gestellt werden könnten. Es dürfte sich desshalb mehr empfehlen, die Gemeinden durch die staatlichen Verwaltungsbehörden auf indirektem Wege zur Errichtung von Wasserwerken zu bestimmen, indem einerseits jede Gelegenheit ergriffen wird, auf die gesundheitlichen Vortheile centraler Wasserversorgungsanlagen hinzuweisen und andererseits die Genehmigung anderer Projecte der Communen, z. B. der Anlage unterirdischer Abzugscanäle, von der Errichtung von Wasserwerken abhängig zu machen oder etwa geplante öffentliche neue Brunnenanlagen unter Hinweis auf den zweckentsprechenderen Bau einer neuen allgemeinen Wasserleitung zu ver-

Errichtung von Wasserwerken eine Pflicht der Gemeinden.

Staatliche Einwirkung auf die Gemeinden.

bieten. Betreffs der sonstigen staatlichen Förderung sei auf das in der Einleitung zum Kapitel „Wasserversorgung“ Gesagte verwiesen.

Ueber den Anschlusszwang für die Grundbesitzer.

Erscheint es schon in hohem Grade wünschenswerth, dass jede Gemeinde gesetzlich zur Errichtung einer geordneten Wasserversorgung angehalten würde, so ist innerhalb einer im Besitze eines Wasserwerkes befindlichen Gemeinde ein Zwang zum Anschluss der einzelnen Grundstücke an die Wasserleitung erst recht am Platze. Gleichwohl kann ein directer gesetzlicher Zwang zum Wasserleitungsanschlusse nicht wohl ausgeübt werden. Es kann beispielsweise dem Besitzer eines Grundstückes, in welchem sich ein allen sanitären Anforderungen entsprechender Tiefbrunnen befindet, welcher nachweislich vollständig gutes Wasser in ausreichendem Maasse liefert, nicht auferlegt werden, unter Aufgabe dieser Anlage seinen gesammten, oder auch nur den Trinkwasserbedarf der centralen Wasserversorgungsanlage zu entnehmen.

Massregeln an Stelle des directen Wasserbezugszwanges.

Dagegen ist es wohl zulässig und sogar geboten, den Anschluss der Privatgrundstücke dann zu fordern, wenn nicht der sichere Nachweis eines anderweitigen, in hygienischer Hinsicht völlig einwandfreien Wasserbezuges erbracht wird. Insbesondere ist hierbei festzuhalten, dass Flachbrunnen, welche innerhalb bewohnter Grundstücke errichtet sind, stets als verdächtige Wasserentnahmestellen betrachtet werden müssen. Es ist ferner als statthaft und empfehlenswerth anzusehen, wenn der Gebrauch der städtischen Entwässerungseinrichtungen, also insbesondere die Ableitung des Küchenwassers und der Fäcalien in die städtischen Canäle von einer ausreichenden Druckwasserversorgung innerhalb des gesammten Anwesens, wie sie eben rationeller Weise nur durch den Anschluss an die Centralwasserversorgung zu erreichen ist, abhängig gemacht wird. Durch diese Massnahmen wird erfahrungsgemäss, sofern im Uebrigen auf die localen Verhältnisse verständige Rücksicht genommen wird, ein allgemeiner Wasserbezug mit verschwindenden Ausnahmen herbeigeführt. Sowie ein Anwesen an die öffentliche Wasserleitung angeschlossen ist, sollte stets, wie schon früher bemerkt, der fernere Trinkwasserbezug aus den vorhandenen Pumpbrunnen verboten und dieselben mit der Aufschrift „Kein Trinkwasser“ versehen werden.

7. Kosten centraler Wasserversorgungsanlagen.

Es liegt nicht innerhalb der Aufgabe dieser Schrift, über die Kosten der Wasserversorgungsanlagen solche Einzelangaben zu bringen, dass vollständige specielle oder auch nur allgemeine Kostenberechnungen für eine Anlage hiernach aufgestellt werden könnten. Es sollen vielmehr die folgenden Angaben nur dazu dienen, ein un-

gefähres Bild des Kostenaufwandes zu geben, welches durch Wasserversorgsanlagen unter normalen Verhältnissen bedingt wird und einige Anhaltspunkte für ganz allgemeine Kostenüberschläge zu bieten.

Den grössten Schwankungen unterliegen wohl die Kosten der Quellfassungen. Wenn es sich um die Fassung einer genügend wasserreichen Einzelquelle handelt, wird das entnommene cbm Wasser nur mit Bruchtheilen eines Pfennigs (etwa von 0,075 Pf. an) belastet, während bei Quellwassererschürfungen durch Gallerien und Stollen, von ganz besonders kostspieligen Ausnahmefällen abgesehen, jedes gewonnene cbm Wasser bis zu 5 Pf. zu stehen kommen kann. Für Quellfassungen.

Auch der durch den Bau von Thalsperren bedingte Grundpreis für das cbm gelieferte Wasser ist ziemlich grossen Schwankungen ausgesetzt. Beispielsweise stellt sich derselbe unter der Annahme eines jährlichen Wasserverbrauchs von 1 200 000 cbm und einem Fassungsvermögen des Reservoirs von 400 000 cbm, wofür die Baukosten in Europa für das aufgespeicherte cbm Wasser von etwa 20—80 Pf. wechseln, auf 0,5—2,0 Pf., einschliesslich der Kosten für Amortisation und Bauunterhaltung. Für Thalsperren.

Durch die Wassergewinnung vermittelst Brunnenanlagen (Röhrenbrunnen) entfallen auf das cbm gewonnenen Wassers in der Regel 0,25—1,5 Pf. an Anlage- und Amortisationskosten. Die Kesselbrunnenanlagen erfordern meist einen höheren Preis. Für Brunnenanlagen.

Die Förderung des Wassers durch Pumpwerke (Förder- und Hochdruckpumpen) auf die normale, etwa 45 m betragende Druckhöhe erfordert für das cbm 0,3—0,6 kg Kohle, d. i. 0,4—0,8 Pfennige. Dieser Verbrauch ist in hohem Grade abhängig von der Construction der Maschinenanlagen. Maschinen ohne Kondensation verbrauchen beträchtlich mehr Kohlen als solche mit Kondensation und einfache Hochdruckmaschinen wieder mehr als Verbund-(Compound-)Maschinen. Einschliesslich der Kosten der Amortisation, Unterhaltung und Bedienung der maschinellen Anlagen nebst Gebäuden ergiebt sich in der Regel für das cbm ein Aufwand von 0,75 Pf. Für Pumpenförderung.

Die Kosten von Sandfilteranlagen betragen bei überwölbten Filtern auf das qm Sandfläche durchschnittlich 70—75 Mk., bei offenen Filtern 45—50 Mk. und bei Anwendung der Fischer-Peters'schen Filtersteine und überwölbten Bassins gleichfalls 45—50 Mk. Die meist zu den Filterbassins gehörigen Ablagerungsbecken stellen sich für das cbm nutzbaren Inhalt auf etwa 18—20 Mk. Hiernach entfallen durch den Bau überwölbter Filterbecken auf das cbm Wasser etwa 0,5 Pf., nicht überwölbter oder Fischer-Peters'schen Steinfilter 0,33 Pf. und durch den Bau von Klärbecken 0,125 Pf. Einschliess- Für Filtration

lich der Kosten der Reinigung erhöhen sich diese Ausgaben für das cbm filtrirten Wassers in der Regel auf das Doppelte.

Für Sammelbehälter. Die Baukosten der Hochreservoire belaufen sich bei etwa 2500—3000 cbm Inhalt auf durchschnittlich 33 Mk. für das cbm einschliesslich Grunderwerb und allem Zubehör. Bei kleineren Behältern bis ungefähr 400 cbm erhöhen sich die Kosten auf etwa 45 Mk., während sie sich bei grösseren Behältern bis zu rund 25 Mk. erniedrigen. Das Hochreservoir, dessen bauliche Unterhaltung und Betrieb, kostet demgemäss im Mittel das cbm Wasser 0,5 bis 0,7 Pf.

Für die Zuleitungen. Die Kosten der Zuleitungen, worunter die Kosten sowohl der Zuleitung von der Wasserentnahmestelle zum Reservoir, als von diesem zum Versorgungsgebiete verstanden werden, sind selbstredend äusserst schwankende. Abgesehen von ihrer Verschiedenheit durch die wechselnden Leitungs-Längen stellen sich dieselben verhältnissmässig um so höher, je geringer die zugeleitete Wassermenge ist. 100 000 cbm täglich können beispielsweise durch gusseiserne Röhren zum gleichen Einheitspreis dreimal so weit geleitet werden als 10 000 cbm. Bei sehr grossen Wassermengen, etwa 100 000 cbm im Tag, kostet der Wassertransport auf eine Länge von 50 km in gusseisernen Röhren etwa 1 Pf. für das cbm. Unter den gewöhnlich vorkommenden Verhältnissen, bei welchen es sich beispielsweise für Städte von 35 000 Einwohnern um einen täglichen Wassertransport von 3000 cbm auf 6 km in eisernen Röhren mit einer Geschwindigkeit von 0,5 m handeln kann, beträgt einschliesslich aller Bau-, Grunderwerb-, Unterhaltungs- und Tilgungskosten der Zuleitungs-Preis des cbm Wasser 0,8 Pf. Im grossen Ganzen dürfte dieser Preis von 0,5—1,5 Pf. schwanken.

Für das Rohrnetz. Das Strassenrohrnetz einschliesslich der Hydranten und Schieber erfordert meist $^1/_3$ bis $^1/_2$ der gesammten Wasserversorgungsanlagekosten. Alle Hydranten, Schieber und deren Schächte, sowie die Hausanschlussleitungen bis zum Wassermesser einbegriffen, kostet das lfd. m Rohrleitung 12 bis 14 Mk, und zuzüglich der Wassermesser, je nach der Bebauungsdichtigkeit 15 bis 18 Mk. Da in der Regel auf je 40 cbm Jahresleistung ein lfdm Strassenrohrleitung trifft, so kostet hiernach ein cbm durch die Anlage- und Amortisationskosten des Strassenrohrnetzes ohne Wassermesser im Mittel 2,0 Pf., mit denselben hingegen 2,5 Pf.

Betriebskosten des Rohrnetzes. Die Betriebskosten des Stadtrohrnetzes einschliesslich der Wassermesser ergeben sich im Durchschnitt zu etwa 2,0 Pf. auf das cbm Wasser.

Verwaltungskosten. Verwaltungskosten, Pensionen, Unterstützungen u. s. w. betragen etwa 1,5—1,8 Pf. für das cbm, schwanken aber von 0,7 Pf. bei grossen bis 2,5 Pf. bei kleineren Wasserwerken.

Tabellarische Zusammenstellung

der ungefähren Selbstkosten in Pfennigen ausgedrückt, für das cbm Wasser bei centralen Versorgungsanlagen.

Es entfallen Kosten auf das cbm Wasser einschliesslich Amortisation und Unterhaltung für:	Allgemein			Anwendung auf einzelne Versorgungsarten											
				Quellwasser			Thalsperre			Fluss- u. Seewasser			Grundw. (Tiefbr.)		
	Min.	Max.	Mitt.	Min.	Max.	Mitt.	Min.	Max.	Mitt.	Min.	Max.	Mitt.	Min.	Max.	Mitt.
Quellfassung	0,075	5,000	2,000	0,075	5,000	2,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Thalsperre	0,500	2,000	1,250	—	—	—	0,500	2,000	1,250	—	—	—	—	—	—
Brunnenanlage	0,250	1,500	0,875	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,250	1,500	0,875
Förderung	0,600	1,000	0,750	—	—	—	—	—	—	0,600	1,000	0,750	0,600	1,000	0,750
Sandfiltrat., überw., m. Vorreinig.	—	—	1,250	—	—	—	—	—	—	1,250	1,250	1,250	—	—	—
„ „ ohne „	—	—	1,000	—	—	—	1,000	1,000	1,000	—	—	—	—	—	—
„ offen mit „	—	—	0,910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ ohne „	—	—	0,660	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Filtration m. Fischer-Peter'schen Filtersteinen	—	—	0,660	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aufspeicherung(Sammelbehälter)	0,500	0,700	0,600	0,500	0,700	0,600	0,500	0,700	0,600	0,500	0,700	0,600	0,500	0,700	0,600
Zuleitung	0,500	1,500	0,800	0,500	1,500	0,800	0,500	1,500	0,800	0,500	1,500	0,800	0,500	1,500	0,800
Strassenrohrn., einschl. Wasserm.	—	—	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
„ ohne „	—	—	2,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Betrieb des Rohrnetzes einschl. Wassermesser	1,800	2,500	2,000	1,800	2,500	2,500	1,800	2,500	2,000	1,800	2,500	2,000	1,800	2,500	2,000
Verwaltung und Insgemein	0,700	2,500	1,650	0,700	2,500	2,500	0,700	2,500	1,650	0,700	2,500	1,650	0,700	2,500	1,650
Enteisenung	0,100	0,300	0,200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				6,075	14,700	9,950	7,500	12,700	9,800	7,850	11,950	9,550	6,850	11.700	9.175

Hieraus ergiebt sich vorstehende Tabelle für die Selbstkosten der Wasserleitungen, welche auf Städte von etwa 2000 Einwohnern aufwärts anwendbar ist.

Beispiele thatsächlicher Selbstkosten.

Im Anschluss an diese Tabelle führen wir beispielsweise an, dass die thatsächlichen Selbstkosten für das cbm der Gesammtabgabe bei der Quellwasserversorgung von Wiesbaden 10 Pf.; in Kiel bei Grundwasserversorgung 8,0 Pf.; und in Berlin bei Fluss-Seewasserversorgung mit Filteranlagen 11,4 Pf. betragen.

Kostenantheil auf Verzinsung und Amortisation.

Der durch die Verzinsung und Amortisation bedingte Antheil an den Selbstkosten für das cbm Wasser beläuft sich fast bei allen Wasserwerken auf weit mehr als die Hälfte. In Berlin beträgt derselbe 7,3 Pf. von 11,4 Pf. Gesammtkosten.

Höhere Kosten, als die in der Tabelle angegebenen.

Die Kosten für das cbm Wasser können noch über die in vorstehender Tabelle angenommenen Grenzwerthe hinausgehen, wenn ein Wasserwerk nicht seiner Leistungsfähigkeit entsprechend ausgenutzt wird, also entweder die Anlage für das augenblickliche Bedürfniss zu gross angelegt oder eine zu geringe Anzahl von Wasserabnehmern sich gefunden hat. Dies ist auch einer der Hauptgründe, warum die ersten Betriebsjahre der Wasserwerke gewöhnlich höhere Kostenziffern ergeben.

Auch besonders kostspielige Grunderwerbungen und grosse Entschädigungen an Wasserberechtigte, lange Zuleitungen, grosse Druckhöhen bei Pumpbetrieb, oder sonstige Ausnahmsverhältnisse vermögen eine Ueberschreitung der in der Tabelle angegebenen Grenzzahlen hervorzubringen.

Schwankungen der Selbstkosten.

In der Regel werden aber die Selbstkosten für das cbm Wasser nach dem Vorstehenden zwischen rund 6 und 15 Pf. wechseln. Wenn auch mit Rücksicht auf das für öffentliche Zwecke meist unentgeltlich gelieferte Wasser und auf die unvermeidlichen Wasserverluste der zur Deckung der Kosten von den bezahlenden Wasserabnehmern zu beanspruchende Preis noch um 10—25% dieser Kosten erhöht werden muss, so dass also der mögliche niedrigste Wasserpreis auf etwa 7 Pf., der nothwendige höchste auf 20 Pf. bemessen werden muss: wenn unter Umständen selbst ein weiterer Zuschlag zum Wasserpreis mit etwa 5 bis höchstens 10 Pf. dadurch gerechtfertigt sein kann, dass ein ausreichender Fonds für die steigenden Kosten später nothwendig werdender Erweiterungen beschafft werden muss: so geht doch aus dem Vorstehenden hervor, dass der Kostenpunkt bei dem heutigen Stande des Wasserversorgungswesens nur in besonderen Fällen ein Hinderniss für

Niedrigster und höchster normaler Wasserverkaufspreis.

die Errichtung eines centralen Wasserwerks abgeben kann.

Möchte diese Erkenntniss in allen Städten und Ortschaften, auch den kleineren, sich siegreich Bahn brechen! Es würde, dessen sind wir überzeugt, in kurzer Zeit die Zahl der Wasserwerke, — zum Segen der Allgemeinheit, der betreffenden Gemeinden, wie eines jeden ihrer Angehörigen, — sich bald derart vervielfachen, dass centrale Wasserversorgungen nur mehr in seltenen Ausnahmefällen entbehrt werden.

Anhang.

Anforderungen an ein gesundheitsgemässes Trinkwasser.

Von Hafenarzt **Dr. Nocht**, Hamburg.

Die Anforderungen, welche an das im Haushalt zur Verwendung gelangende Wasser in hygienischer Beziehung zu stellen sind, gelten nicht nur für das zum unmittelbaren und mittelbaren Genuss bestimmte Wasser. Auch das nur zum äusseren Gebrauch im Haushalt dienende Wasser kann auf mannigfachen und verwickelten Wegen Infectionsstoffe verbreiten und dem Körper zuführen. Das gesammte Haushaltswasser muss so beschaffen sein, dass es weder direct noch indirect schaden kann. Alles Haushaltswasser soll für den Menschen unschädlich sein.

Hier soll nur von den Anforderungen an die Qualität die Rede sein.

Das Wasser muss angenehm zu geniessen sein und darf auch Neuankömmlingen, welche das ortsübliche Wasser nicht gewohnt sind, keinen Widerwillen erregen. Die örtlichen Anforderungen sind hierbei sehr schwankend, die Sinne stumpfen sich durch Gewöhnung ab. Mängel des Wassers in diesen allgemeinen Eigenschaften sind nicht direct gesundheitsschädlich, verleiten aber häufig dazu, dass man ein sonst einwandsfreies, aber nicht recht mundendes Wasser verschmäht und gesundheitsgefährliches, aber besser aussehendes oder mundendes Wasser vorzieht. Das Wasser soll klar, farblos und geruchlos sein, darf nicht fade noch fremdartig schmecken und muss von erfrischender Temperatur sein. Anforderungen an die Qualität des Trinkwassers.

Nebensächlich ist für unsere Betrachtung die ökonomisch wichtige Forderung, dass das Wasser nicht in Folge zu grosser Härte oder andrer chemischer Eigenschaften zum Kochen und Waschen weniger geeignet ist.

Krankmachende Eigenschaften mancher Wässer.

Die menschliche Gesundheit kann durch den directen oder indirecten Genuss des Wassers geschädigt werden, wenn das Wasser Gifte oder Krankheitskeime enthält.

Gifte.

Von gelösten, giftigen Stoffen kommen besonders giftige Metallverbindungen — Arsen-, Bleiverbindungen — in Betracht. Sie können dem Wasser von Anfang an beigemischt sein oder treten auf den Zuführungswegen oder am Ort der Ansammlung und Aufbewahrung über (Bleiröhren). Diese Zumischungen kommen im allgemeinen ziemlich selten vor, sind leicht zu erkennen und gewöhnlich auch leicht abzustellen und stehen deshalb an allgemeiner Bedeutung wesentlich zurück hinter der Erörterung folgender Frage, die das Hauptinteresse bei der hygienischen Beurtheilung des Wassers in Anspruch nimmt: Welche Anforderungen stellen wir an das Wasser, damit es uns die Gewähr bietet, frei zu sein von Krankheitskeimen?

Parasiten, thierische und pflanzliche.

Das Wasser empfängt Infectionsstoffe durch Verunreinigung mit menschlichen Abfallstoffen. Sowohl die Eier, Embryonen von thierischen Parasiten wie diese selbst gelangen auf solche Weise ins Wasser, auch die Keime der Bacterienkrankheiten mischen sich mit den Abfallstoffen des menschlichen Haushalts und Verkehrs dem Wasser zu. Dadurch wird das Wasser von so hervorragender Bedeutung für die Verbreitung des Abdominaltyphus und der Cholera. Die hygienische Beurtheilung des Wassers gipfelt in der Erörterung der Beziehungen des Wassers zu den Keimen dieser Seuchen.

Kriterien für ein ungesundes Wasser.

Chemische.

Noch ehe man die Erreger dieser Krankheiten kannte, wusste man, dass die Verbreitung derselben an den Menschen und den menschlichen Haushalt geknüpft ist und dass der Verunreinigung des im Haushalt verwandten Wassers mit menschlichen Abfallstoffen hierfür eine bedeutende Rolle zukomme. Man kannte nun einige chemische Veränderungen, welche reines Wasser durch solche Verunreinigungen erleidet und benutzte die Bestimmung dieser organischen und unorganischen Verbindungen zur Beurtheilung des Wassers. Dass dies nur ein Nothbehelf war, indem diese Stoffe ja nur unter gewissen Umständen Indicatoren für die Verunreinigung des Wassers mit menschlichen Abfallstoffen darstellten — ähnlich wie die Kohlensäurebestimmung bei der Prüfung der Reinheit der Luft —, aber mit Cholera und Typhus an sich gar nichts zu thun hatten, wurde dabei vielfach übersehen und ein reichlicherer Befund von organischen

und stickstoffhaltigen Bestandtheilen, Chloride u. s. w. im Wasser häufig an sich für bedenklich erklärt. Solche „bedenkliche“ Beimischungen können auch anderen als menschlichen Ursprungs sein, andrerseits können menschliche Verunreinigungen gefährlich werden, ehe sie zu „bedenklichen“, chemisch nachweisbaren Veränderungen im Wasser führen. Die Aufstellung von übrigens ziemlich willkürlich gewählten und sehr von einander abweichenden Grenzzahlen für diese Befunde war deshalb principiell falsch.

Seit der Entdeckung der pathogenen Mikroorganismen ist man natürlich aufs eifrigste um den Nachweis derselben im Wasser bemüht. Die bis jetzt hierüber bekannten Ergebnisse und Methoden sind aber noch so schwierig, dass nicht Viele von denjenigen Personen, welche sich überhaupt mit bacteriologischen Wasseruntersuchungen beschäftigen, ohne Weiteres im Stande sind, den Nachweis von Cholera- und Typhusbacillen in solchem Wasser zu führen, in dem man aus anderen Gründen ihre Anwesenheit mit Sicherheit voraussetzen muss, geschweige denn, dass man es schon zu solcher Sicherheit gebracht hätte, aus dem negativen Ausfall solcher Untersuchungen auch ein beruhigendes Urtheil fällen zu können. Bakteriologische Kriterien.

Für die Typhusbacillen bestehen noch dieselben Schwierigkeiten, die dem Plattenverfahren zum Nachweis von bestimmten Keimen in Bacteriengemischen überhaupt anhaften. Die Typhusbacillen werden in den Platten überwuchert, und die Methoden, welche man, um dies zu verhindern, ersonnen hat, sind sämmtlich unzuverlässig. Man kann nur sehr geringe Wassermengen, Bruchtheile eines Cubikcentimeters untersuchen, wodurch die Auffindung Sache des Zufalls wird. Ferner unterliegt die Identificierung der Typhusbacillen immer noch den grössten Schwierigkeiten. Typhusbacillen.

Für die Aufsuchung von Cholerabacillen im Wasser lassen sich zwar grössere Wassermengen verwerthen, aber auch die neuesten, hierauf bezüglichen Methoden verlangen eine solche Umsicht in der Untersuchung und in der Deutung des Befunds in Bezug auf die Identificierung der gefundenen Vibrionen als Cholerabacillen, dass dies vorläufig nur ganz eingeübten, hervorragenden Bacteriologen einwandsfrei gelingt. Cholerabakterien.

Es kommt ferner der Umstand in Betracht, dass es durchaus nicht immer zutreffen wird, dass diese Organismen gerade zur Zeit der Untersuchung im Wasser noch vorhanden sind: sie können unter ihrer Lebensdauer ungünstigen Verhältnissen zur Zeit der Untersuchung wieder aus dem Wasser verschwunden sein, können aber in jedem Augenblick wieder von neuem hinein gelangen. Ausserdem

sind solche Keime nie ganz gleichmässig, ähnlich gelösten, chemischen Stoffen, sondern häufig, wie wir aus andern Bacterienbefunden im Wasser schliessen können, herdweise im Wasser vertheilt. Ihre Auffindung wird deshalb bis zu einem gewissen Grade vom Zufall abhängig sein. Wir können aus diesen Gründen den negativen Ausfall der bacteriologischen Wasseruntersuchung in Bezug auf Krankheitskeime nicht zur Beurtheilung des Wassers verwerten. Wir müssen vielmehr schon ein solches Wasser vom Genuss ausschliessen resp. dürfen dasselbe nur in gereinigtem Zustande geniessen, bei welchem die Möglichkeit besteht, dass es durch Krankheitskeime verunreinigt sein könne. Und diese Möglichkeit besteht überall da, wo das Wasser der Verunreinigung durch Abgänge des menschlichen Haushaltes unterliegt.

Kriterien, entnommen aus der Gesammtbeobachtung über Herstammung, Lage und weitere Schicksale des Wassers.

Solchen Verunreinigungen ist in bewohnten Gegenden fortwährend ausgesetzt alles Oberflächenwasser — Alles in offenen Cysternen gesammelte, der Verunreinigung durch Staub und Schmutz ausgesetzte Regenwasser, Wasser aus Flussläufen, Seeen und Teichen, ferner solche Wässer, welche durch Thalsperren in bewohnten Gegenden gesammelt sind —, alle solche Wässer sind immer infectionsverdächtig. Es bedarf gar keiner chemischen oder bacteriologischen Untersuchung, um das Vorhandensein von Krankheitsstoffen darin zu beweisen oder wahrscheinlich zu machen.

Kriterien für ein künstlich gereinigtes Wasser.

Die desshalb in allen Fällen gebotene Reinigung solchen Wassers in hygienischer Hinsicht muss darauf abzielen, möglichst alle Keime mit Sicherheit auf die Dauer daraus zu entfernen. Die Prüfung des Erfolges der Maassnahmen, welche hierfür angewandt werden, geschieht durch die bacteriologische Wasseruntersuchung und Keimzählung. Für die Controle der Sandfiltration ist die chemische Untersuchung ziemlich gleichgültig, die bacteriologische Untersuchung ist allein ausschlaggebend. Bei sorgsamem Betrieb ist es möglich, nahezu alle Keime aus dem Wasser zu entfernen, so dass im Filtrat höchstens 20—30 Keime noch im ccm gefunden werden. Man kann von einem guten Betrieb verlangen, dass dauernd nicht mehr als 100 Keime im ccm des Filtrates auftreten. Die Keimarten sind dabei gleichgültig. Die Untersuchung muss immer unter gleichen Bedingungen vorgenommen werden: z. B. sind immer gleiche Wassermengen zu entnehmen, nach gleichen Zeiten einzusäen, die Platten müssen immer bei derselben Temperatur gehalten und die Colonienzahl muss immer nach Ablauf derselben Zeit festgestellt werden u. s. w. Diese bacteriologische Controle der Leistungen von Filterwerken muss täglich vorgenommen werden, damit man ungenügende Leistungen

rechtzeitig erkennen und solches Wasser vom Genuss ausschliessen kann.

Beurtheilung von Brunnenanlagen.

Da das Grundwasser, wenn es keine unreinen, directen Zuflüsse enthält, durch Bodenfiltration keimfrei geworden ist, so werden solche Brunnen und Quellen, welche der technischen Anlage nach die Gewähr bieten, dass sie weder unterirdische, unreine Zuflüsse erhalten, noch von oben oder von der Seite her verunreinigt werden können, in der Regel einwandsfreies Wasser liefern. Man könnte im Grunde genommen von jeder bacteriologischen und chemischen Untersuchung solcher Brunnen und Quellenleitungen absehen. Die bacteriologische und die chemische Untersuchungsmethode bieten indesseneine willkommene Controle der technisch-hygienischen Untersuchung solcher Anlagen. Grenzzahlen lassen sich dabei weder für die Anforderungen an den chemischen Untersuchungsbefund, noch in Bezug auf die Keimzahl oder die Keimarten aufstellen.

Werth der chemischen Untersuchung.

Durch die chemische Untersuchung erhalten wir verwerthbare Vergleichszahlen nur für einzelne Bezirke, innerhalb welcher das Grundwasser gleichartigen Formationen entnommen wird, falls wir über eine Reihe von Analysen des Grundwassers solcher geologischer Bezirke verfügen. Allgemeine, überallgeltende Vergleichszahlen lassen sich nicht aufstellen. Solche örtliche Vergleichszahlen besitzen wir u. a. in Deutschland für die norddeutschen Tiefbrunnen und zum Theil auch für die Flachbrunnen daselbst (Berlin und Umgegend, Geest- und Marschland der Nordseeküste). Es kommt dabei hauptsächlich darauf an, ob die stickstoffhaltigen Verbindungen im Wasser (NH_3, HNO_3, HNO_2 in Verbindung mit höherem Chlorgehalt) in dem Grundwasser des betreffenden Bezirkes natürlichen Ursprungs sein können oder auf Verunreinigungen des Grundwassers bezogen werden müssen.

Werth der Bakterienzählung.

Für die Beurtheilung der gefundenen Keimzahlen muss man davon ausgehen, dass einwandsfrei gewonnenes Grundwasser sich keimfrei erweisen soll. Findet man höhere Keimzahlen, als durch unvermeidliche Versuchsfehler erklärt werden können, so kann man nur nach eingehenden, wiederholten Untersuchungen unter mannigfachen, planmässig abgeänderten Bedingungen mit Sicherheit feststellen, ob diese Keimzahlen dem Grundwasser an der Stelle, wo es dem Brunnen zufliesst, an sich eigenthümlich sind oder ob da Zufälligkeiten mitspielen. Man muss Stunden und Tage lang pumpen lassen und dann untersuchen, ob sich die Keimzahlen dadurch vermindern, man muss das Brunnenrohr reinigen, desinficieren und dann wieder untersuchen, man muss benachbarte Brunnen und Quellen untersuchen, eventuell

kann man bei Flachbrunnen ohne grossen Aufwand an Kosten Nebenbohrungen in der Nachbarschaft anstellen lassen. Man muss zu ermitteln suchen, ob der hohe Keimgehalt mit Regenperioden oder Hochwasser in benachbarten Flussläufen zusammen fällt. Trifft dies zu, so muss man auf mangelhafte Bodenfiltration schliessen und das Wasser für unzulässig erklären.

Auch für die bacteriologische Beurtheilung des Wassers aus Brunnen und Quellen lassen sich keine Grenzzahlen schlechtweg und allgemein als gültig aufstellen.

Die Artbestimmung der gefundenen Keime ist bis jetzt noch kein brauchbares Kriterium.

Man hat nun auch den Versuch gemacht, die Anforderungen an das Wasser in bacteriologischer Hinsicht auf die Gegenwart oder Abwesenheit gewisser Bacterienarten oder auf die Anzahl der Bacterienarten zu basieren. Wir sind aber über die Verhältnisse hierfür noch lange nicht genau genug unterrichtet. Wir wissen nicht, unter welchen Umständen viel oder wenig Arten im Wasser auftreten. Bacterien, welche stinkende Fäulniss hervorrufen, können auch ohne von hygienisch unzulässigen Verunreinigungen herzurühren, im Wasser angetroffen werden und sind deshalb für die Beurtheilung nicht zu verwerthen. Und wollte man die hygienische Zulässigkeit eines Wassers von dem Nachweise von Faecesbacterien abhängig machen, so würde man die Grenzen viel zu weit gezogen haben.

Nur die Combination der chemischen und bacteriologischen Untersuchungsbefunde mit der technischen und geologischen Beurtheilung der ganzen Brunnen- resp. Quellenanlage wird über die Zulässigkeit des zu beurtheilenden Wassers mit Sicherheit entscheiden lassen. Wer schlechtweg vom Laboratorium aus auf Grund von chemischen und bacteriologischen Grenzzahlen urtheilt, wird zu unsicheren, willkürlichen und unhaltbaren Anforderungen gelangen.

Technische Beurtheilung der Wasserversorgungsanlagen.

Für die technisch einwandsfrei angelegten Brunnen und Quellen lassen sich folgende Gesichtspunkte im Einzelnen aufstellen:

Röhrenbrunnen.

Wenn in dem Wasser eines Tiefbrunnens, der als Röhrenbrunnen angelegt ist, Ammoniak und Chlornatrium in früher für „bedenklich" erachteten Mengen gefunden werden, so wird uns das jetzt gleichgültig erscheinen, weil wir wissen, dass solche Brunnenanlagen durch menschliche Abfallstoffe nicht verunreinigt werden und keine Infectionskeime beherbergen können. Ammoniak und hoher Chlorgehalt finden sich im Tiefbrunnenwasser bewohnter wie unbewohnter Gegenden und dürfen deshalb nicht auf Verunreinigungen bedenklicher Art bezogen werden. Dauernd hohe Bacterienzahlen im Wasser von Tiefbrunnen — solche Befunde dürften sehr selten sein — rühren meist von ganz harmlosen Vegetationen im Brunnen-

rohr her. Man kann danach suchen und durch Reparaturen oder Desinfectionen Abhülfe schaffen, kann sich aber auch darüber hinwegsetzen und das Wasser ohne Weiteres zum Genuss zulassen. Auch bei Flachbrunnen, als Röhrenbrunnen angelegt, sind hohe Bacterienzahlen, ohne dass der chemische Befund Anhalt zur Annahme animalischer Verunreinigungen giebt, als harmlos zu betrachten. Man hat bei Grundwasseruntersuchungen vielfach zuerst hohe Bacterienzahlen gefunden in bewohnten, wie in unbewonhnte Gegenden. Die Keime stammten nicht aus dem Grundwasser, sondern meist aus dem Brunnenrohr. Ebensowenig darf man die Flachbrunnen schlechtweg nach den chemischen Befunden im Wasser verurtheilen. Ammoniak, salpetrige Säure, Chloride treten in Flachbrunnen auf auch ohne durch bedenkliche Verunreinigungen des Wassers herbeigeführt zu sein. So verdanken Flachbrunnen ihren Stickstoffgehalt oft in der Nähe befindlichen Torfablagerungen (Proskauer). Erst in Verbindung mit andauernd hohen, auch durch Abpumpen nicht verminderten Keimzahlen darf ein „bedenklicher" Gehalt an organischen und stickstoffhaltigen Bestandtheilen, Chloriden auf verdächtige Bodenverunreinigung und ungenügende Bodenfiltration, resp. auf directe Beimischung unreiner Zuflüsse bezogen werden.

Was die offenen Schöpfbrunnen, die schlechten Kesselbrunnen, anlangt, so sind sie denselben Verunreinigungen wie Oberflächenwasser ausgesetzt. Ungünstige, chemische und bacteriologische, Untersuchungsergebnisse werden allerdings eine stattgefundene Verunreinigung direct beweisen. Günstige Befunde aber lassen lediglich schliessen, dass im Augenblick keine Verunreinigung chemisch oder bacteriologisch nachgewiesen werden kann. Wir wissen aber, dass solches Wasser jeden Augenblick gefährlich verunreinigt werden kann, auch ohne dass wir dies sofort chemisch oder bacteriologisch nachzuweisen im Stande sind. Hier ist von ausschlaggebender Bedeutung die Untersuchung aller örtlichen Verhältnisse — Nähe von Wohnungen, Abtrittsgruben, Art der Eindeckung, Abflussverhältnisse u. s. w. — Auf die chemische und bacteriologische Untersuchung können wir zur Beurtheilung solchen Wassers verzichten. **Kesselbrunnen.**

Die Anforderungen an das Wasser lassen sich vergleichen den Anforderungen an unsere Nahrungs- und Genussmittel überhaupt. Wir wollen sie vor allem unverfälscht und unverdorben geniessen, ihre sonstige Zusammensetzung interessiert uns erst in zweiter Linie. Während wir bei vielen Nahrungsmitteln wichtige Verfälschungen durch die Untersuchung nachweisen können, macht das bei ebenso vielen anderen sehr grosse Schwierigkeiten, wir müssen dann die Gewinnung **Parallelismus in der Beurtheilung des Trinkwassers und der Nahrungsmittel.**

und den Fabrikationsbetrieb selber überwachen, um uns vor Schaden sicher zu stellen. So steht es auch mit dem Wasser. In Bezug auf die Hauptforderung an gutes Wasser in hygienischer Beziehung machen wir keine positiven Ansprüche an das natürliche Rohproduct. Wir wissen, dass das natürliche Rohproduct an sich einwandsfrei ist und nur durch die Verunreinigung von Seiten des Menschen und kranker Thiere gefährlich wird. Die Gewinnung des Wassers ist desshalb vor allem vor solchen Verunreinigungen sicher zu stellen. Der positive Nachweis einer Verunreinigung des Wassers ist durch die Untersuchung des zum Gebrauch fertig gelieferten Wassers nur selten zu erbringen möglich. In geeigneten Fällen jedoch dient die bacteriologische und chemische Untersuchung zur Controle des Gewinnungsbetriebes, vermag auf Fehler und Mängel aufmerksam zu machen. Wo diese Mängel aber ohne Weiteres durch die Besichtigung der Gewinnungsanlage erkannt werden hönnen, da ist die bacteriologische und chemische Untersuchung des Wassers eigentlich überflüssig.

Die Hauptsache bleibt die technische Controle der Anlage und die technische Sicherstellung des Betriebes.

Zweiter Abschnitt.

Verhütung von ansteckenden Krankheiten, die mit dem Boden im Zusammenhang stehen.

Vom hygienischen Standpunkt aus sind nicht alle Eigenschaften des Bodens gleich wichtig; hauptsächlich ist es die Verunreinigung des Bodens mit organischen Bestandtheilen, durch welche die Entstehung von Krankheiten bedingt sein kann; aber auch die natürliche Bodenbeschaffenheit muss Berücksichtigung finden, wenn ein Verständniss für den bedeutsamen Einfluss des Bodens auf die Gesundheit des Menschen erlangt werden soll. Natürliche Bodenbeschaffenheit und Reinheitsgrad des Bodens.

Die jeweilige natürliche Bodenbeschaffenheit ist bedingt erstens durch die Entstehungsart der obersten Bodenschicht, zweitens durch den geologischen Schichtenaufbau und drittens durch die physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Böden.

Die oberste Schicht des Bodens kann gebildet sein durch die Rückstände früherer Vegetationen (Humusboden) durch künstliche Anschüttung (Pfuhl- oder Schuttboden) oder endlich durch den, vermöge natürlicher Vorgänge an der Erdoberfläche entstandenen, sogenannten gewachsenen Boden. — Oberste Bodenschichte.

Von der geologischen Beschaffenheit des Bodens ist die Aufeinanderfolge der verschiedenen Bodenarten nach der Tiefe hin abhängig und durch sie ist die Mächtigkeit und der Verlauf der Erdschichten bedingt. Das Verhalten des Bodens zur Luft, zum Wasser und zu den in denselben gelangenden unreinen Stoffen ist von dem geologischen Aufbau desselben gleichfalls wesentlich abhängig. Ebenso ist die ganze Oberflächengestaltung, nach welcher sich der Abfluss und die Ansammlung der Gewässer richtet, die wesentliche Folge der geologischen Bodenbeschaffenheit. — Geologische Bodenbeschaffenheit.

Auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens ist die Korngrösse der einzelnen Bodentheilchen von wesentlichem Einfluss.

Durch sie wird die Verschiedenheit des Porenvolumens bedingt, von welchem die Durchlässigkeit des Bodens für Wasser und Luft, seine Capillarwirkung, seine Wasserkapazität und zum grossen Theile seine Temperatur und deren Schwankungen abhängig sind. Auf die Bodentemperatur ist übrigens unter gleichen äusseren Bedingungen auch die Farbe des Bodens und dessen chemisches Verhalten von grossem Einfluss. —

Physikalische Eigenschaften des Bodens.

Einfluss der Beschaffenheit des Bodens auf den Reinheitsgrad desselben.

Die jeweilige Bodenbeschaffenheit ist für die Bildung des Grundwassers, die Menge und den Stand desselben von einschneidender Bedeutung. — Aber auch der Reinheitsgrad des Bodens ist von ihr in hohem Maasse abhängig.

Bei dichtem felsigen Untergrund ist es überhaupt kaum möglich, dass Schmutzstoffe in denselben eindringen, während dies bei sehr durchlässigem Boden in enormem Maasse der Fall sein kann. Lockerer Boden nimmt zwar unreine Stoffe sehr leicht auf, begünstigt aber durch seinen grossen Luftgehalt und Luftwechsel die Mineralisirung der organischen Substanzen, so dass ein solcher Boden sich vorübergehender Verunreinigungen sehr rasch entledigen kann. — Mächtige, stets nur eine Richtung verfolgende Grundwasserströme sind unter Umständen geeignet, einen porösen Boden durch stete Mitnahme der in denselben gelangenden Unreinigkeiten rein zu halten, während in anderen Fällen gerade durch das Grundwasser eine schädliche Weiterverbreitung von Infections- und Schmutzstoffen statthaben kann. — Kalkgehalt des Bodens fördert die Oxydation der in denselben gelangenden organischen Substanzen. —

Einfluss des Bodens auf die Entstehung der Infectionskrankheiten.

Wir finden es daher begreiflich, dass in den verschiedenen Bodenarten sowohl, als in einem und demselben Boden, die mit unreinen Stoffen in denselben gelangenden Infectionskeime sich sehr verschieden je nach Zeit und Umständen verhalten. Ihre Vermehrung ist in hohem Maasse von der Anwesenheit von Schmutzstoffen im Boden abhängig. Weitere Bedingungen für einen reichlicheren Gehalt an krank machenden Mikroorganismen sind ein gewisser Grad von Bodenfeuchtigeit und Wärme.

Aus dem Boden werden die Bacterien theils durch die Fussbekleidung, durch Staubaufwirbelung u. dergl. in die menschlichen Wohnungen getragen, theils werden sie schon im Freien, am Staube hängend, durch den Athmungsprocess vom Menschen aufgenommen. Von absickerndem Regenwasser werden sie ferner nach dem Grundwasser mitgeführt, wenn der Untergrund entweder sehr porös ist, oder nach abwärts gehende Spalten besitzt.

Unter welchen Bedingungen Infectionen vom Boden aus ge-

schehen, welche Antheilnahme dem Boden bei dem Auftreten und bei der Verbreitung der einzelnen ansteckenden Krankheiten zukommt, lässt sich im Einzelfall nicht immer entscheiden.

Reinhaltung des Bodens und rasche Fortschaffung der Abfallstoffe, das beste Mittel zur Vorbeugung der Bodenkrankheiten.

Immer wieder aber zeigt sich die Thatsache, dass das Auftreten mancher Krankheiten durch Verunreinigung des Bodens mit den verschiedenen Abfällen des menschlichen Haushalts, namentlich mit den Schmutzwässern und den menschlichen Excrementen begünstigt wird. Wiederholt wurde die Erfahrung gemacht, dass in Städten und Ortschaften, in welchen für die Reinhaltung des Bodens nichts oder zu wenig gethan wurde, insbesondere der Typhus festen Fuss fasste, und erst dann verschwand, nachdem umfassende Maassnahmen zum Zwecke der Bodenreinigung und Reinerhaltung des Bodens getroffen worden waren.

Als das beste Mittel, um den sogenannten Bodenkrankheiten vorzubeugen, erscheint daher die Reinhaltung des Erdreiches und die rasche Fortschaffung der Abfallstoffe. Wie die Bodenverunreinigungen entstehen, wie sie verhütet und beseitigt werden können, soll in Nachfolgendem des Näheren erörtert werden.

I. Entstehung von Bodenverunreinigungen.

Die Entstehung gesundheitschädlicher Bodenverunreinigungen ist auf die Abfälle und Ueberreste zurückzuführen, welche durch das menschliche und thierische Dasein erzeugt werden. Hierunter sind zu rechnen: Der Hausschmutz, die Excremente von Menschen und der von denselben gehaltenen Hausthiere, die Kadaver des Menschen und der von ihm gehegten Thiere und Pflanzen, der Strassenschmutz, die Abfälle aus der industriellen Thätigkeit des Menschen, und das Regen- und Schneewasser von Dächern, Höfen und Strassen. Ausserdem können Bodenverunreinigungen durch fliessende, unreine natürliche Wässer und solche, welche stagnieren und Sümpfe bilden, erzeugt werden.

A. Hausschmutz.

Unter Hausschmutz verstehen wir diejenigen Stoffe, welche sich im menschlichen Haushalte, besonders in Küchen- und Heizbetrieben, als Rückstände ergeben, ferner alle Schmutzstoffe, welche beim Reinigen in Haus und Hof gesammelt werden (fester Hausschmutz, sogenannter Hauskehricht oder Hausmüll). Es gehört

ausserdem zum Hausschmutz das mit Schmutzstoffen und fäulnissfähigen Substanzen beladene Wasser.

Hauskehricht oder Hausmüll.

Die festen Abfallstoffe bestehen gemäss ihrer Herkunft hauptsächlich aus Nahrungsmittelresten, aus der Asche der Brennmaterialien und aus den Produkten der Bürsten- und Besenthätigkeit (Staub und Kehricht). Die Menge des gesammten Hauskehrichts beträgt nach eigenen Beobachtungen einschliesslich der Asche durchschnittlich pro Jahr und Kopf 0,25 cbm — etwa 125—150 kg (Wiesbaden). Es ist aber selbstredend, dass die Menge und Zusammensetzung der festen Abfallstoffe, je nach den vorwiegend gebrauchten Nahrungsmitteln (Antheil an Kartoffelschalen, Gemüseabfällen etc.) und je nach der Art des Feuerungsmaterials eine ziemlich wechselnde ist. Betreffs der Menge können Unterschiede bis zu 40 % unter oder über der oben angegebenen Zahl gerechnet werden. Ein Bild über die ungefähre durchschnittliche Zusammensetzung des Hausmülls geben die Analysen des Brüsseler Hausmülls. In 1000 kg feuchtem Müll verschiedener Herkunft sind, nach Dr. Th. Weyl's Angaben umgerechnet, enthalten:

Wasser	130 kg		
Organische Stoffe	235 „	— oder auf 1 Kopf u. Jahr etwa 30 kg	110 kg
Anorganische „	635 „	— „ „ 1 „ „ „ „ 80 „	

Der Gehalt an Stickstoff beträgt hierbei 3,4 kg
an Phosphorsäure 3,7 „
an Kali 0,64 „

Haus oder Schmutzwasser.

Das Hausabwasser setzt sich aus Küchen-, Wasch-, Putz-, Bade- und sonstigem Reinigungswasser zusammen. Um einen Anhalt zu gewinnen, welche Zusammensetzung diese Wässer eigentlich besitzen, wurden von Schorer in Bremen Untersuchungen vorgenommen, welche die auf der folgenden Seite verzeichneten Resultate ergaben.

Menge des eigentlichen Hausabwassers.

Hieraus ist ersichtlich, dass durch das Hauswasser bei mangelnder Ableitung oder Abfuhr eine ungeheure Belastung des Bodens mit organischen Stoffen eintreten kann, da auf den Kopf jährlich 7—15 cbm und durchschnittlich 10 cbm Hauswasser gerechnet werden müssen.

Zu den Hausabwässern gesellt sich in Ortschaften und Städten noch das zu öffentlichen Reinigungszwecken verwendete Wasser, wie Giess- und Spülwasser für Strassen und Canäle, Wasser aus den öffentlichen Badeanstalten, Spülwasser der öffentlichen Pissoirs etc.

Alle diese Wässer zusammen bilden das gewöhnlich mit den Namen Haus- oder Schmutzwasser bezeichnete gesammte Abgangswasser, welches durch Entwässerungsanlagen überall schnellstens abgeleitet werden sollte.

100000 Theile Flüssigkeit enthalten:

	Chlor Theile	reduciren Kalium. permanganat Theile	Bemerkungen
Wasser, worin geschälte Kartoffeln gekocht worden waren	1775,0	1321,8	Die für eine Familie von 13 Köpfen zu einer Mahlzeit erforderliche Wassermenge betrug 1,5 l
Wasser, worin Spinat gegekocht worden war	798,7	999,4	Desgl. 4,3 l
Wasser, worin Zuckerbohnen gekocht w. w.	212,5	5754,5	„ 1,7 „
Wasser, worin Kohlrabi gekocht worden war	887,5	8060,0	„ 1,0 „
Wasser, worin Blumenkohl gekocht w. w.	2485,0	1523,7	„ 2,8 „
Seifenwasser, in welchem Weisszeug gewaschen worden war	10,0	386,9	Kohlensaures Natron 111,3
Filtriertes Abwaschwasser einer geölten hölzernen Treppe	3,5	16,7	Das völlig schwarze Wasser enthielt nach Abzug des Sandes noch 50 Theile suspendierte Stoffe
Vergleichsweise enthält:			
Frischer Urin	710,0	2643,0	Starke Ammoniak-Reaction
Derselbe Urin 1 Monat alt	710,0	1666,0	Ammoniakgehalt beträchtlich vergrössert.

Nach den in städtischen Hauptcanälen vorgenommenen Messungen werden unter gewöhnlichen Verhältnissen bei gut durchgeführten Entwässerungseinrichtungen in Verbindung mit Wasserversorgungsanlagen auf den Kopf der Bevölkerung täglich 100 bis 200 l oder jährlich rund 36 bis rund 75 cbm., also im Mittel rund 50 cbm Schmutzwasser abgeleitet. Hierin ist auch ein Theil des bei den Canalisationen sich ergebenden Grundwassers inbegriffen. Gesammte Schmutzwassermenge.

Wenn sämmtliche Fäcalien den Canälen zugeschwemmt werden, so ergiebt sich durch dieselben einschliesslich des Spülwassers der Closets ein Zugang von durchschnittlich 3 cbm auf den Kopf und das Jahr.

Nach den bisher vorgenommenen deutschen und englischen Canalwasseranalysen sind in 100 000 Theilen Canalwasser solcher

Städte, in welchen die Fäcalien nicht in die Canäle gelangen, enthalten:

Suspendierte Stoffe 10—50 Theile, im Mittel 30 Theile, darunter etwa die Hälfte organische Stoffe.

Gelöste feste Stoffe 60—160 Theile, im Durchschnitte 80 Theile, darunter 10—30 Theile oder im Mittel 20 Theile organische Stoffe (Glühverlust).

Im Schmutzwasser werden hiernach, auf 1 Kopf und Jahr gerechnet, durchschnittlich 15 kg suspendierte und 40 kg gelöste feste Stoffe, darunter 7,5 bezw. 10 kg organische Stoffe oder im Ganzen 55 kg, darunter 17,5 kg organische Stoffe, abgeführt.

B. Excremente.

Menschliche Excremente.

Der Mensch liefert nach Heiden durchschnittlich im Jahr 48,5 kg Koth und 438 kg Harn. Die festen Stoffe enthalten annähernd 75 %, die flüssigen 96 % Wasser. Das Volumen der Excremente, welche von einem einzelnen Menschen durchschnittlich im Jahr erzeugt werden, ist zu circa 0,50 cbm anzunehmen. Der Koth hat nach Flügge einen Gehalt von 3,50 % an Phosphaten und 2,20 % an Stickstoff. Der Harn enthält 0,50 % Phosphate und 1,40 % Stickstoff. Diese Angaben beziehen sich selbstverständlich nur auf mit andern Stoffen unvermischte Excremente und sind als ziemlich hohe Durchschnittszahlen zu betrachten. Sie sind je nach der Ernährungsweise selbstredend ganz bedeutenden Schwankungen unterworfen. Doch ist durchschnittlich pro Kopf und Jahr zu rechnen, dass vom Menschen im Koth und Urin 34,3 kg suspendirte und gelöste feste Stoffe und zwar 27,7 kg organische und 6,6 kg anorganische Bestandtheile zur Ausscheidung gelangen. —

Thierische Excremente.

Ueber die Menge der thierischen Excremente liegen eingehende Beobachtungen bei den verschiedenen Thiergattungen nicht vor. Ein Stück Grossvieh erzeugt, einschliesslich der Streuabfälle, eine tägliche Düngermenge von 0,04 cbm oder jährlich von rund 14,5 cbm.

Wenn auch jährlich nur etwa $^2/_3$ dieser Düngermenge im Stalle sich ansammeln, da ein entsprechender Theil des Pferdemistes mit dem Strassenkehricht beseitigt wird, und ein geringer Theil des übrigen Viehmistes auf den wenigen Weideplätzen verbleibt, so zeigen diese Zahlen doch, wie wichtig die Anlage guter dichter Düngergruben und eine geordnete Ausfuhr derselben für die Reinhaltung des städtischen Untergrundes ist!

Die Menge der Excremente der übrigen Hausthiere nimmt ungefähr proportional mit dem Körpergewichte ab. — Die durch die

thierischen Abgänge in Städten erzeugte Schmutzstoffmenge darf ja nicht desshalb unterschätzt werden, weil die Thierzahl im Vergleich zur Einwohnerzahl geringfügig erscheint! In Wiesbaden liefert beispielsweise der daselbst existirende Pferde- und Rindviehbestand von rund fast 2000 Stück jährlich 28 000 cbm Dünger oder auf den Kopf der Einwohnerzahl von 70 000 berechnet 0,4 cbm, also quantitativ fast soviel, als die menschlichen Excremente.

C. Kadaver.

Die in den menschlichen Gemeinwesen dem Boden zur Last fallenden Kadaver sind pflanzliche, thierische und menschliche Ueberreste.

1. Pflanzenüberreste.

Ausserhalb der menschlichen Wohnorte entstehen bei dem heutigen Stande der Kultur, wenigstens in den gesitteten Ländern, kaum mehr solche Anhäufungen abgestorbener Pflanzen, dass dieselben einen der Verseuchung leicht anheimfallenden Boden zu schaffen im Stande wären. Alle Pflanzensubstanzen in Feld und Wald werden vom Menschen und den von ihm gehaltenen Thieren verbraucht, so dass die Pflanzenreste in den menschlichen, thierischen und Fabrikabfällen enthalten sind. — Soweit Pflanzenüberreste dem Boden überlassen werden, geschieht dies nur zu dessen Düngung, ohne dass eine Ueberlastung desselben eintreten würde. (Laubdecke der Wälder.) — Pflanzenreste ausserhalb der menschlichen Wohnorte.

Die innerhalb der Ortschaften und Städte anfallenden Pflanzenreste begreifen die abgestorbenen Pflanzentheile in Gärten, Anlagen und Alleen in sich. Sie bestehen vorzugsweise aus Blättern, Dürrholz, Blüthenkapseln, abgeschnittenen Zweigen, eingegangenen Pflanzen, ausgehacktem Unkraut u. s. w. Die Menge der Pflanzenüberreste ist eine sehr wechselnde, je nach den örtlichen Verhältnissen und ist im Herbst durch den Blätterfall am bedeutendsten. Alle derartigen Pflanzenüberreste sind mit dem Strassenkehricht zu beseitigen. Innerhalb derselben.

2. Thierische Ueberreste.

Das Material derselben bilden hauptsächlich die für den menschlichen Genuss unbrauchbaren Reste der geschlachteten Thiere, also die Abfälle aus Schlachthäusern und Schlächtereien. Sie bestehen aus dem Inhalt der Mägen und Gedärme, aus abgängigen Theilen von Gedärmen, Fett und Fleisch, aus einzelnen kranken Organen von im Uebrigen noch verwerthbaren Schlachtthieren, z. B. aus tuberkulösen Organen; ferner aus ganzen enthäuteten Kadavern solcher Thiere, bei welchen Trichinen oder Finnen gefunden werden, oder welche an all- Kadaver geschlachteter Thiere.

gemeiner Tuberkulose oder an Lungenseuche litten. Schliesslich kommen noch in Betracht die Blutmengen, soweit sie nicht verwerthet werden und daher mit dem beim Reinigen der Thiere, Brühen der Schweine, Reinigung der Schlachthausböden, Waschen der Kaldaunen und in den Kuttlereien erzeugten Schmutzwasser zum Abfluss gelangen. Die Menge der in den Schlachthäusern erzeugten Schmutzstoffe ist eine sehr beträchtliche. Sie wechselt natürlich sehr mit der Grösse und der Art des Betriebes, so dass auch ungefähre zahlenmässige Angaben der Mengen nicht gegeben werden können. Es kann jedoch angenommen werden, dass die gesammten flüssigen und festen Schmutzstoffe des Schlachtbetriebes, für deren unschädliche Unterbringung gesorgt werden muss, etwa 10 % aller Schmutzstoffe des durch den Schlachtbetrieb versorgten Niederlassungsgebietes ausmachen. Bei einer so grossen durch die Schlachtbetriebe bedingten Production fäulnissfähiger und unter Umständen inficierter Stoffe sind daher die sogenannten Haus- und Winkelschlächtereien als besonders misständig zu erklären. Der Bodenverunreinigung sowohl, als der directen Verbreitung von Infectionskrankheiten wird durch solche Schlächtereien Thür und Thor geöffnet! Die Errichtung von centralen Schlachthausanlagen muss daher mindestens für Städte und grössere Ortschaften gefordert werden. Dieselben sind mit guten Wasserversorgungs- und Entwässerungseinrichtungen zu versehen. Die Entwässerungscanäle sind an das allgemeine Canalnetz anzuschliessen.

Abgänge aus Schlachthäusern.

Nothwendigkeit centraler Schlachthofanlagen.

Falls eine allgemeine Reinigung für das Canalwasser, sei es durch Rieselfelder oder durch Kläranlagen, nicht eingerichtet ist, muss das Abwasser der Schlachthäuser einer besonderen Reinigung bezw. Desinfection auf eine der genannten Arten unterzogen werden, bevor es der betreffenden Ortscanalisation überantwortet wird. Die Abfuhr des sich ergebenden Düngers und sonstigen festen Abfallstoffe ist sorgfältig zu regeln. Gesundheitsschädliche Fleischtheile, sowie ebensolche ganze Kadaver sind der Wasenmeisterei zu übergeben. Noch besser ist es, dieselben an Ort und Stelle in besonderen Apparaten durch strömenden, etwas gespannten Dampf zu desinficieren und zu Fleischmehl, Leimsubstanz und Knochenmehl zu verarbeiten.

Kadaver gefallener Thiere.

Ausser den durch den Schlachtbetrieb sich ergebenden thierischen Abfällen können auch durch die Kadaver gefallener Thiere Infectionskrankheiten weiterverbreitet werden. Es betrifft dies besonders die Ueberreste der an Milzbrand, Tuberkulose, Wuth, Rinderpest, Rotz, Schweinerothlauf, Lungen- und Klauenseuche gefallenen Thiere. Die drei erstgenannten Krankheiten können auch auf den Menschen übertragen werden. Derartige Kadaver sind, sofern es sich um Haus-

thiere und frischgefallenes Wild handelt, sofort dem Wasenmeister zu übergeben. Bereits angefaulte, im Freien aufgefundene, Stücke werden zweckmässig sofort tief vergraben. Am sichersten wirkt aber auch hier wieder die Dampfdesinfection. —

Die Infectionen von thierischen Ueberresten aus können besonders durch die ungesetzliche Benutzung des Fleisches gefallener Thiere als Nahrungsmittel für das Vieh oder gar für den Menschen herbeigeführt werden. Sehr zu beachten ist auch die Möglichkeit der Infection durch Fliegen und andere Insecten. Die letztere Uebertragungsart ist besonders leicht bei verendetem Wild, welches nicht immer sofort aufgefunden wird, daher oft längere Zeit im Freien lagert und den Insecten so recht zugänglich ist.

3. Menschliche Ueberreste.

Menschliche Kadaver. Die menschlichen Kadaver werden fast nur dem Boden übergeben. Im Allgemeinen ist die Verunreinigung des Bodens durch die Aufnahme der fäulnissfähigen menschlichen Ueberreste nicht bedeutend. Schon die gesammte Menge derselben ist im Vergleich zu den übrigen innerhalb der menschlichen Ansiedelungen entstehenden fäulnissfähigen Abfallstoffen eine viel geringere, als es der gewöhnlichen Vorstellung entspricht. Bei einer mittleren Sterblichkeit von selbst 30 $^0/_{00}$ verfallen beispielsweise in einer Stadt von 100 000 Einwohnern 3000 Menschen mit einem Gesammtgewicht von höchstens 90 000 kg, worunter etwa 40 000 kg organische Stoffe sich befinden, jährlich dem Tode. In derselben Stadt werden aber jährlich mindestens 10 000 000 kg Hausmüll, also mehr als das 100 fache des Leichengewichts und sicher das 70 fache an fäulnissfähiger Substanz erzeugt! Das abzuführende Schmutzwasser beläuft sich jährlich auf 5 000 000 000 kg mit mindestens der 40 fachen Menge an organischen Stoffen! Die von 100 000 Menschen im Jahre sich ergebenden Excremente repräsentieren ein Gewicht von 48 600 000 kg mit fast siebzigmal so viel organischen Stoffen, als in den alljährlich anfallenden Leichnamen enthalten sind! Die unschädliche Unterbringung der menschlichen Ueberreste durch ein geordnetes Begräbnisswesen ist daher als eine im Vergleich zu der Unterbringung anderer Schmutzstoffe leichte, wenn auch nicht leicht zu nehmende Aufgabe zu betrachten. Thatsächlich sprechen auch alle Erfahrungen dafür, dass richtig angelegte und benutzte Friedhöfe nicht als eine Quelle von schädlichen Bodenverunreinigungen zu betrachten sind.

In Epidemiezeiten. In Zeiten von Seuchen, insbesondere bei Typhus-, Cholera-, Pocken-, Scharlach- und Diphtheritis-Epidemien wird durch die in den

menschlichen Ueberresten enthaltenen grossen Mengen von Infectionsstoffen und wegen der vermehrten Sterblichkeit an sich, die Gefahr einer gemeingefährlichen Bodenverunreinigung durch die unmittelbare Beerdigung eine unverkennbar grössere. Es ist deshalb beim Beerdigungswesen in solchen Zeiten besondere Vorsicht geboten. Die Ausübung dieser Vorsicht stösst aber auf keine nennenswerthen Schwierigkeiten, da die Sterblichkeit bei Epidemien in Europa in der Regel nicht über 20 % über die gewöhnliche hinausgeht und nur in ganz ausnahmsweisen Fällen die Sterblichkeitsziffer verdoppelt wird. In jedem Dorf, in jeder Stadt kann aber bei geordnetem Begräbnisswesen reichlich so viel Raum für die Gräber des laufenden Jahres zur Verfügung gestellt werden, dass die Todten auch in doppelter Zahl Platz finden. Ein mindestens 9 jähriger Turnus für die Wiederbenützung der Gräber sollte hierbei vorgesehen sein.

Grosse gesundheitliche Gefahren können thatsächlich entstehen durch die Unterbringung der im Kriege Gefallenen im Boden. Die Zahl der auf Schlachtfeldern etc. zu beerdigenden Leichen ist im Verhältniss zu der gewöhnlich in städtischen Friedhöfen unterzubringenden eine ganz ausserordentliche. Während auf dem Friedhof einer Stadt von 100 000 Einwohnern wöchentlich durchschnittlich 50 Leichname im Boden vertheilt werden müssen, sind, wie es in den letzten Kriegen vorkam, nach einer einzigen Schlacht manchmal 20 000 Todte in wenigen Tagen unterzubringen. Es gehörte also eine Bevölkerung von 40 Millionen Seelen dazu, um einem Friedhof in einer Woche das gleiche Leichenmaterial zu liefern. Man sieht aus diesen Zahlen deutlich, welche kolossale Verunreinigung des Bodens, abgesehen von derjenigen des Wassers und der Luft, durch die Gefallenen einer grossen Schlacht entstehen kann!

Kriegsverhältnisse.

Grösste Vorsicht bei Herstellung der leider nicht vermeidbaren Massengräber auf den Schlachtfeldern ist daher geboten. Ausreichende Erdaufschüttung, trockene Lage für die Gräber und Kalkdesinfection sind die an Massengräber zu stellenden Forderungen.

Massengräber.

Die Feuerbestattung, welche gerade auf Schlachtfeldern von unberechenbarem sanitären Werthe sein würde, ist kaum durchzuführen, da es nicht möglich erscheint, die nöthige grosse Anzahl von Verbrennungsöfen zu beschaffen. Eine Massenverbrennung in einfachen Feldöfen, ähnlich den Backsteinmeilern, verbietet sich wegen des hierbei entstehenden unerträglichen Geruchs. Dagegen könnten unter Umständen in der Nähe der Kampfstellen befindliche Backstein-Ringöfen als Verbrennungsöfen behufs theilweiser Feuerbestattung herangezogen werden. —

Leichenverbrennung.

Es soll an dieser Stelle betont werden, dass die Feuerbestattung überhaupt in gesundheitstechnischer Hinsicht als die beste Methode bezeichnet werden muss, um die menschlichen Ueberreste sicher und in für die Lebenden unbedingt unschädlicher Weise zu mineralisiren. Ein besonders hoher Werth ist der Feuerbestattung zur Zeit von Epidemien beizumessen. Es werden durch sie alle Infectionskeime mit absoluter Sicherheit zerstört, während beim üblichen Beerdigungswesen, selbst bei den besten Einrichtungen, die Möglichkeit zugegeben werden muss, dass durch Zufälligkeiten, wie unbekannt gebliebene besondere Bodenverhältnisse, Sorglosigkeit, Unverständniss, Leichtsinn und unter Umständen Gewissenlosigkeit des Bestattungspersonales u. s. w. Infectionen vom Grabe aus eintreten.

Werth der Feuerbestattung.

Für je 30 000 Seelen ist eine Verbrennungszelle ausreichend. Bei ausserordentlich hohen, durch Epidemien veranlassten Sterblichkeitsziffern würden auch zur Nachtzeit Verbrennungen vorzunehmen sein. Bei allgemeiner Einführung der Feuerbestattung würde nur eine etwa fünfmal kleinere Friedhofsfläche als bei der jetzigen Beerdigungsmethode erforderlich sein. Letztere benöthigt 1 — 2 qm Friedhofsfläche einschliesslich der Nebenanlagen für je einen Kopf der Bevölkerung, oder im Mittel 1,5 qm. Die Zahl ändert sich je nach dem eingeführten Beerdigungsturnus und nach dem Erforderniss an Erbbegräbnissen und den auf längere Zeit kaufbaren Grabstätten. Eine Stadt von 100 000 Einwohnern bedürfte also bei Erdbestattung eines ungefähren Friedhofraumes von 15 ha, während bei Leichenverbrennung schon 3 ha hinreichen würden, um Leichenhaus, Verbrennungsanlage mit 4 Zellen, Urnenstätten und Aschegräber aufzunehmen! Die Einführung der obligatorischen Verbrennung aller an Infectionskrankheiten Gestorbenen dürfte für grössere Städte anzustreben sein. In technischer Hinsicht würden keine Schwierigkeiten entgegenstehen, weil in jeder Beziehung erprobte Ofenconstructionen bekannt sind.

D. Strassenschmutz.

Eine Erzeugungs- und Lagerstätte nicht unbeträchtlicher Schmutzmengen bilden die Strassenoberflächen. Durch den Verkehr wird das Material der Fahrbahnen abgenützt, zerkleinert, zermalmt. Dasselbe lagert bei trockenem Wetter vorwiegend als Staub auf der Strassenfläche, während es bei feuchter Witterung als Strassenschlamm auftritt. Hierzu treten noch die Excremente der auf den Strassen verkehrenden Thiere, als Zug- und Reitthiere, Hunde etc. Auf den Gehwegen lagern sich ferner Ledertheilchen ab, welche von den

Bestandtheile desselben.

Sohlen der Schuhe sich wegreiben. Auch Spuckreste sind allenthalben anzutreffen, ebenso Reste von Cigarren, abgebrannte Zündhölzchen, Papierstücke und dergleichen Dinge. Im Herbst kommt das fallende Laub der Strassenanpflanzungen hinzu. Zum Strassenschmutz rekrutiert sich auch der Inhalt der Schlammeimer in den Rinneinlässen (Strassensinkkasten, Strassengullies), in welchen die von der Strassenfläche durch das ablaufende Wasser mitgenommenen Sinkstoffe zur Ablagerung gelangen. Ebenso der aus den Canälen geschaffte Sand. Der Inhalt der Hofsinkkasten und Fettfänge ist dagegen dem Hausschmutz zuzurechnen. — Den grössten Antheil an den organischen Stoffen des Strassenschmutzes liefert der Pferdedung. Er bildet sogar den Hauptheil desselben in verkehrsreichen, gut gepflasterten Strassen.

Menge. Die Menge des Strassenschmutzes ist eine ungeheuer wechselnde. Sie hängt insbesonders ab von der Beschaffenheit der Strassenoberfläche, von der Witterung und der Verkehrsgrösse. So steigt beispielsweise die jährliche Abnutzung von chaussierten Bahnen je nach dem Verkehr bis zu etwa 30 mm jährlich, die des Granits bis zu 5 mm jährlich. Die durchschnittliche Gesammt-Schmutzhöhe, welche sich im Laufe eines Jahres auf der Strasse ansammeln würde, berechnet sich für Hamburg zu 12 mm, für Berlin zu 24 mm. Nach einem englischen Bericht verhält sich in London die Menge des Strassenabraumes bei Makadam, Granitpflaster und Asphaltpflaster, wie 35:15:5. Die Makadamisierung liefert also beispielsweise fast 12 mal so viel Strassenschmutz, als Asphalt. Behufs Vergleichs der Menge des Strassenschmutzes (Strassenkehricht) zur Menge des Hauskehrichts sei erwähnt, dass in Altona, bei einer Einwohnerzahl von 150 000, die jährliche Strassenkehrichtmenge im Jahre 1991/92 17500 cbm betrug, während sich die Hauskehrichtmenge im gleichen Jahre auf 25 405 cbm belief.

Im Durchschnitt ist anzunehmen, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen eine Stadt auf den Kopf und das Jahr gerechnet rund 80 kgr. Strassenschmutz nach Abzug des sehr wechselnden Wassergehaltes, erzeugt, in welchem im Mittel etwa 25 kgr. organische und 55 kgr. anorganische Stoffe enthalten sind.

Gesundheitsschädigende Wirkung des Strassenschmutzes. Der Strassenschmutz schädigt die Gesundheit der Strassenanwohner dadurch, dass er vom Winde als Staub in die Luft gejagt wird, in die Häuser eindringt und sich auf den Kleidern und der Haut der Menschen ablagert. Die hierdurch bedingte Staubeinathmung erweist sich den Athmungsorganen sehr schädlich; ferner wird durch den auf Kleider und Haut sich absetzenden Staub die allgemeine

Reinhaltung und die Pflege der Haut erschwert, endlich können im Staube etwa mitgeführte pathogene Keime Infectionen verursachen. Der liegenbleibende Strassenschmutz wird durch die eintretende Fäulniss der in ihm enthaltenen organischen Stoffe die Ursache von Luftverschlechterungen, welche einen gesundheitlich ungünstigen Einfluss ausüben können.

Eine andere gesundheitsschädigende Wirkung übt der Strassenschmutz durch die von ihm herrührenden Bodenverunreinigungen aus. Dieselben entstehen dadurch, dass der Schmutz durch die Zwischenräume und Fugen des Strassenkörpers in den Untergrund eindringt. Dies geschieht entweder unmittelbar durch mechanisches Absickern infolge der Schwerkraft, durch Einpressen in die obersten Zwischenräume durch die Fuhrwerksräder oder endlich vermittelst des in den Boden gelangenden Regen- und Schneewassers. Diejenigen Strassenoberflächen, bei welchen die Schmutzbildung am grössten ist, befördern auch am meisten die Bodenverunreinigungen; denn gewöhnlich werden die durchlässigen Strassenflächen nicht nur am Stärksten abgenützt, sondern sie sind auch der Beseitigung des Schmutzes in Folge der vielen grossen und kleinen Zwischenräume, in welchen sich derselbe hineinsetzt, am hinderlichsten. Es sei schliesslich noch erwähnt, dass die theils noch feuchten, theils eingetrockneten Spuckauswürfe, obwohl sie nur einen ganz geringen Bestandtheil des Strassenschmutzes bilden, besonders gefährlich erscheinen, da die eingetrockneten Spucktheilchen, welche mit dem Strassenstaub in die Luft kommen, von den Menschen wieder eingeathmet werden, wodurch die Möglichkeit der Uebertragung namentlich von Tuberkulose gegeben ist.

E. Unreine natürliche Wässer.

Unreine natürliche Wässer entstehen entweder durch mehr oder minder plötzliche Aenderungen in den Strömungs- und Mengen-Verhältnissen der Wasserläufe oder durch mangelnden freien Abfluss. (Stagnation.) — Die Strömungs- und Mengenverhältnisse der Wasserläufe werden fast ausschliesslich durch die atmosphärischen Niederschläge bedingt.

Hochwässer. Für die Bodenverunreinigung kommen hierbei allein die Wirkungen der Hochwässer in Betracht.

Art der Bodenverunreinigung durch Hochwasser. Die bei grösserer Abflussmenge höhere Geschwindigkeit des Wassers setzt dieses in den Stand, schon in den kleinsten Rinnsalen Schlamm- und Schmutztheilchen, pflanzliche und thierische Ueberreste mit sich fortzunehmen, so dass bei Hochwasser Bäche und Flüsse gewöhnlich ganz erheblich durch die genannten Stoffe verunreinigt

sind. Treten nun bei nicht ausreichenden Flussquerschnitten die Hochwässer über ihre Ufer, so wird das Ueberschwemmungsgebiet theils oberirdisch durch eine sich absetzende Schlammschicht, theils unterirdisch durch das einsickernde, schmutzige Wasser verunreinigt.

Die Wasserläufe führen gewöhnlich allerdings auch zu andern als Hochwasser-Zeiten Verunreinigungen mit sich. Dieselben werden gebildet durch die Auslaugungsprodukte von Bodenschichten und Uferrändern, durch Abfälle der Thier- und Pflanzenwelt in den vom Wasser durchflossenen Gegenden, sowie endlich durch die Ueberreste der im Wasser selbst lebenden Flora uud Fauna. Allein bei ausreichendem Gefälle und Querschnitt der Wasserläufe können die durch solche natürliche Vorgänge dem Wasser einverleibten Schmutzstoffe zu Bodenverunreinigungen keinen Anlass geben, denn die organischen Stoffe werden im fliessenden Wasser entweder nach und nach mineralisirt oder schliesslich auf gewiesenem Wege dem Meere zur weiteren Verarbeitung und Einverleibung in den Kreislauf der Natur zugeführt.

Stagnierendes Wasser.

Sobald der Abfluss des Wassers aber gehindert wird, dasselbe also stagniert und mangels geeigneten Zuflusses keine regelmässige Wassererneuerung zu Stande kommt, demgemäss Sumpfbildungen eintreten, ist die Veranlassung zu gesundheitsschädlichen Schmutzansammlungen und Bodenverunreinigungen meist in hohem Maasse gegeben.

Die auf solchen Sumpfstätten auflebende Pflanzen- und Thierwelt vermag die organischen Stoffe nicht gehörig zu verarbeiten. Die thierischen und pflanzlichen Ueberreste häufen sich hierdurch immer mehr an und werden zur Schadenquelle in Folge der durch die stete Feuchtigkeit begünstigten Fäulnissvorgänge. —

Es ist einleuchtend, dass Krankheitskeime bei ausreichender, in der wärmeren Jahreszeit öfters vorhandener Temperatur in den geschilderten überschwemmten oder versumpften Terrains den üppigsten Nährboden finden müssen.

Wir wissen denn auch erfahrungsgemäss, dass nach Ueberschwemmungen nur zu leicht Typhuskrankheiten epidemisch auftreten und dass die Entstehung des Wechselfiebers thatsächlich durch die Gegenwart von Sümpfen und stehenden Gewässern ganz besonders begünstigt wird.

Unterirdische Wässer.

Was von den oberirdischen Wässern betreffs ihres Einflusses auf die Bodenverunreinigung durch Hochwasser und Stagnation gesagt wurde, gilt in ähnlicher Weise auch vom Grundwasser.

Bei plötzlicher Vermehrung der Grundwasserzuflüsse ist die Mög-

lichkeit der Grundwasserverunreinigung durch mitgerissene Schmutzstoffe und hierdurch mit Infectionsstoffen gegeben. Von dem steigenden Grundwasser werden dieselben an den Boden abgegeben und bleibem beim Wiederfallen des Wassers in den Bodenschichten sitzen. In letzteren finden die Bacterien bei geeigneter Temperatur besonders günstige Verhältnisse für ihr Wachsthum, weil das abgehende Grundwasser stets ausreichende Feuchtigkeit im Boden zurücklässt.

Vermehrte Grundwasserzuflüsse.

Steigendes und fallendes Grundwasser.

Wie wir uns die hierbei in der Natur sich abspielenden Vorgänge vorzustellen haben, dafür geben uns Beobachtungen des Dr. Georg Frank („Die Resultate der bacteriologischen Untersuchung des Wiesbadener Quellenleitungswassers in den Jahren 1886 bis 91") einen trefflichen Anhalt. Erläuternd schicken wir voraus, dass das Wiesbadener Quellenleitungswasser sich durch eine grosse chemische und bacteriologische Reinheit auszeichnet. Es besitzt eine bleibende Härte von 0,03°; die vorübergehende Härte beträgt 1,99°. Es enthält keine Ammoniakverbindungen, keine salpetrigsauren Salze. Ferner sind der Gehalt an Chlor- und Salpetersäure sowie der Werth für die Zerstörung der gelösten organischen Substanzen so ausnahmsweise niedrig, dass man nach Fresenius das Wasser in chemischer Hinsicht als ein sehr reines Trinkwasser bezeichnen muss, welches den am weitesten gehenden Ansprüchen genügt. Die durch einen Haupt-Wassergewinnungsstollen im Innern des Berges geschürften Quellen waren stets keimfrei. Das im Reservoir öfters untersuchte Wasser enthielt in sehr vielen Fällen unter 20 Keime im ccm und die Keimzahl ging in normalen Zeiten selten über 100 im ccm hinaus. Die Temperatur im Sammelbehälter schwankte zwischen 8,4 und 11° C. Trotz dieser günstigen Verhältnisse wurde häufig die Beobachtung gemacht, dass nach dem Sinken des Wasserstandes eine reichliche Bacterien-Vermehrung im Reservoir stattfand. Frank sagt hierüber:

„Dieselbe Erscheinung, dass aus einem Wasserrohre oder Reservoire, welches eine gewisse Zeit nicht in Benutzung gewesen und leer gestanden ist, das erste Wasser, welches nach Inbetriebsetzung, also nach kurz vorhergegangener Reinigung ausfliesst, sehr reich an Bacterien ist, können wir häufiger beobachten. Es rührt dies davon her, dass nach dem Ablassen des Wassers die Wände des Rohres oder Behälters noch feucht bleiben. In diesen an der Wand anhaftenden geringen Wasserresten entwickeln sich Bacterien auf's Ueppigste, sie bilden dünne Decken gleich denen, welche wir auch sonst auf stagnierendem Wasser beobachten können. Selbst wenn alles Wasser verdunstet ist und die Wände anscheinend ganz trocken sind, können die vorher entwickelten Bacterien noch reichlich vor-

Verhalten der Bacterien bei steigenden und fallenden Wasserständen.

handen sein. Nur vermögen unsere Augen diese dünnen Decken, welche die Wand überziehen, nicht mehr wahrzunehmen. In gleicher Weise kann diese Bacterienvermehrung auch dann stattfinden, wenn ein höherer Wasserstand auf einen niederen herabsinkt. Tritt dann das Wasser in reichlicheren Mengen in die Röhren wieder ein, so spült es diese der Wand anhaftenden Bacteriendecken ab. Das erste Wasser, welches aus solchen Röhren abfliesst, die vorher nur theilweise gefüllt oder ganz leer gelaufen waren, ist desswegen immer bakterienreich. In dem Maasse, in welchem diese Bacterienhäute abgespült werden, nimmt die Zahl der Bacterien fortschreitend wieder ab und erst allmälich, bald rascher, bald kürzer, stellt sich der normale Bacteriengehalt wieder ein."

Stagnierendes Grundwasser.

Wie bei mangelndem Abfluss von oberirdischem Wasser sich Sümpfe und stagnierendes Wasser bilden, welche gesundheitsschädlich werden können, so ist dies auch bei mangelndem Grundwasser-Abfluss der Fall. So kommt es, dass auch scheinbar trockene Böden zu Fieberquellen werden, wenn stagnierendes Grundwasser der Bodenoberfläche sehr nahe kommt und der organische Stoffe enthaltende Boden von solchen Wässern andauernd feucht erhalten wird.

F. Regen- und Schneewasser.

Art der Bodenverunreinigng durch dasselbe

Durch Regen- und Schneewasser können gesundheitsschädliche Bodenverunreinigungen unter normalen Verhältnissen nur bewirkt werden, wenn die von Dächern, Dachrinnen, Höfen, Strassen und Plätzen abgespülten Schmutzstoffe mangels geordneter Ableitung der Meteorwässer mit diesen in den Boden versickern müssen. Die absolute Menge der von Regen- und Schneewasser mitgeführten Schmutzstoffe hängt ausser von der Intensität der Regenfälle und des Thauwetters hauptsächlich von dem Grade der Verunreinigung derjenigen Flächen ab, welche mit dem fallenden und abfliessenden Wasser in Berührung kommen. Durch strenge Reinlichkeit in Städten und Ortschaften, namentlich durch eine musterhafte Strassenreinigung, sorgsame Sammlung und Abfuhr des Hauskehrichts und der Düngerstoffe kann man es thatsächlich dahin bringen, dass das abfliessende Meteorwasser verhältnissmässig sehr wenig organische Bestandtheile mitführt. In solchen Fällen sind schädliche Bodenverunreinigungen selbst dann nicht zu befürchten, wenn das fragliche Wasser in einzelnen Fällen ganz oder theilweise zur Versickerung gelangen sollte. —

Abgesehen von der eigentlichen Bodenverunreinigung durch schmutzführende, atmosphärische Wässer, kann der Boden bei geringer Durchlässigkeit und flacher Lage krankheitsförderliche Eigen-

schaften dadurch erhalten, dass er durch übermässig starke Versickerung genannter Wässer zu sehr durchfeuchtet wird. Auf solchem Boden gebaute Häuser haben stets gesundheitsschädliche feuchte Keller und Wohnungen, wenn nicht für ganz besonders sorgfältige Isolirung der Grundmauern gesorgt worden ist. Ueber die Menge des zum Abfluss gelangenden Regen- und Schneewassers ist in den späteren, die Canalisation von Ortschaften und Städten betreffenden Kapiteln Näheres gesagt. —

G. Abfälle aus Fabrikbetrieben.

Die Abfälle aus gewerblichen und industriellen Betrieben sind theils fester, theils flüssiger Natur.

Die festen Fabrikabfälle entstehen beim Sortieren und Reinigen der Rohprodukte; ferner als Ueberbleibsel bei der eigentlichen Herstellung und Reinigung der Enderzeugnisse, sowie endlich aus den festen Abscheidungen bei Filtration und Reinigung flüssiger Erzeugnisse. Feste Fabrikabfälle.

Die flüssigen Abfälle bestehen hauptsächlich aus den durch die Betriebe verunreinigten Brauchwässern. Flüssige Abfälle.

Menge und Beschaffenheit der festen und flüssigen Fabrikabfälle ist in den so sehr verschiedenartigen Betrieben derart wechselnd, dass es unmöglich ist, im hier gegebenen Raum im Einzelnen darauf einzugehen. Menge und Beschaffenheit. Im Allgemeinen können die Fabrikabfälle unterschieden werden in solche, welche Infectionsstoffe enthalten können, in solche, welche mit fäulnissfähigen Stoffen versetzt sind, und endlich in solche, welche vorwiegend mineralische Substanzen giftiger oder ungiftiger Natur enthalten. Für die Entstehung, Verbreitung oder Begünstigung der Infectionskrankheiten kommen die Fabrikabfälle, welche Infections- und Fäulnissstoffe enthalten, in Betracht. Es sind dies hauptsächlich die Abfälle der Lumpen- und Lederindustrie, Abfälle mit Infections- und Fäulnissstoffen. insbesondere der Gerbereien, der Milchwirthschaft und der Albumin-Fabriken, der Woll-Wäschereien und Walkereien, der Papier- und Pappen-Fabriken, Knochen- und Leim-Siedereien und endlich die Abfälle der Industrie der Fettkörper.

Bodenverunreinigungen entstehen sowohl durch die festen, als durch die flüssigen Fabrikabfälle. Die festen Abfälle können eine directe, schädliche Verunreinigung des Bodens entweder unmittelbar durch Einverleibung in denselben verursachen, Art der Bodenverunreinigung durch die Fabrikabfälle. oder bei ihrer freien Lagerung durch das sie auslaugende und in den Boden sickernde Regen- und Schneewasser. Die flüssigen Abgänge verunreinigen den Boden meist unmittelbar durch ihre planlose Ueberweisung in denselben. Auch

ist es nicht selten, dass der Boden durch den bei der Klärung der Fabrikabwässer entstehenden Schlammrückstand in ungeeigneter Weise belastet wird. —

Es erscheint nach dem Vorstehenden von Interesse, die Menge der in Städten hauptsächlich in Betracht kommenden Abfallstoffe, welche während eines Jahres auf einen Kopf der Bevölkerung entfallen, wenn auch nur in annähernden Durchschnittszahlen, vergleichsweise zu überblicken.

Diesem Zwecke dient die hierunter befindliche Zusammenstellung:

Tabellarische Uebersicht über die auf den Kopf und das Jahr treffenden hauptsächlichsten städtischen Abfallstoffe.

Tabelle über die durchschnittlichen Mengen der hauptsächlichsten städtischen Abfälle.

Lfd. No.	Abfallstoffe	kg feste Abfallstoffe im wasserfreien Zustande, auf 1 Kopf und Jahr gerechnet					Bemerkungen
		Gelöst	Suspendirt	Organisch	Anorganisch	Insgesammt	
1	Durch die Verstorbenen			0,3—0,4	0,5	0,8—0,9	Bei Sterblichkeiten von 25 bis 30%.
2	Menschliche Excremente (Urin und Koth)			27,7	6,6	34,3	In 13—14 mal soviel Wasser.
3	Canalwasser ohne Excremente an regenfreien Tagen	40	15	10 } 7,5 } 17,5	30 } 7,5 } 37,5	55	In 650—1400 mal soviel Wasser.
4	Hauskehricht			30	80	110	Hierzu 16—20 kg Wasser. Spez. Gewicht einschliesslich des Wassergehaltes 0,5—0,6.
5	Strassenkehricht			25	55	80	Hierzu 13-100 kg durchschnittl. Wasser, je nach Witterung. Spez. Gewicht 0,8—1,3.
	Summe von 2—5 einschl.			100,2	179,1	279,3	

Haus- und Strassenkehricht liefern hiernach mehr organische Abfallstoffe, als in den menschlichen Excrementen und im Abwasser zusammen enthalten sind! Eine dringende Mahnung, der Samm-

lung und Beseitigung der Kehrichtstoffe eine grössere Fürsorge zuzuwenden als es im Allgemeinen bisher geschehen ist. Allerdings tragen trotz ihrer etwas geringeren Menge die Excremente und Abwässer für die Verbreitung von Infectionskrankheiten und insbesondere für die Bodenverseuchung mehr bei, als die Kehrichtstoffe, weil sie und die in ihnen enthaltenen pathogenen Keime von Anfang an das leicht bewegliche Wasser als Transportmittel haben.

Aus der Zusammenstellung ist ferner zu ersehen, dass die in den Excrementen enthaltenen festen Stoffe zwar im Ganzen in geringerer Menge vorhanden sind, als im Abwasser, dass aber die in ihnen befindlichen organischen Stoffe diejenigen im Abwasser übersteigen. Die Menge der durch die Excremente bedingten und besonders zu beseitigenden Abfallstoffe wird zwar in Wirklichkeit meist um 15—25 % geringer befunden, als sie sein sollte, weil einestheils ziemlich viel Urin nach den Abwassercanälen gelangt und anderntheils ausser gewissen Urinmengen auch manche Excremente nicht zur Ansammlung kommen. Trotzdem kann mit Professor Baumeister angenommen werden, dass das Canalwasser von Städten bei Aufnahme der Fäcalien die doppelte Verunreinigungswirkung für Boden und Wasser besitzt, als das gewöhnliche Abwasser. Freilich sind die Infectionsstoffe im Abwasser gegenüber denjenigen in den Excrementen in einer gewöhnlich mehr als 100 mal so grossen Wassermenge enthalten, wodurch die Infectionsgefahr breitere Wege wandelt. Demgegenüber ist aber wieder zu betonen, dass die Excremente fast stets die ursprünglichen Träger der Cholera- und Typhusbacterien sind und desshalb in Epidemiezeiten in erster Linie als gefahrbringend zu betrachten sind.

II. Verhütung und Beseitigung von Bodenverunreinigungen.

Nachdem vorhergehend erörtert worden ist, aus welchen Quellen diejenigen Stoffe, welche Anlass zu Bodenverunreinigungen geben, entstehen und in welcher Weise die Letzteren zu Stande kommen, wird nunmehr gezeigt werden, wie sie verhütet und beseitigt werden können, und wie demgemäss der Entstehung und Verbreitung von Bodenkrankheiten ein fester Damm entgegenzusetzen ist. —

A. Reinhaltung und Reinigung des Bodens durch natürliche Vorgänge.

Die Natur als mächtiger Factor für die Bodenreinigung und Reinerhaltung desselben.

In unserem Bestreben, den Boden rein zu erhalten oder rein zu machen, haben wir in der Natur eine mächtige Bundesgenossin. Jeder Boden, der einmal verunreinigt ist, bleibt, sobald die Zufuhr unreiner Stoffe aufhört, nicht für die Dauer unrein, sondern er reinigt sich von selbst von den in ihm angehäuften Schmutzstoffen in nicht langer Zeit, in Folge natürlicher Vorgänge und Einwirkungen, mehr und mehr bis zu dem ursprünglichen Reinheitsgrade. Durch diese natürlichen Vorgänge ist der Boden sogar fähig, eine gewisse Schmutzmenge, mit welcher er fortlaufend belastet wird, unschädlich und vollkommen zu verarbeiten und zu verdauen. So werden beispielsweise der fruchtbarste Acker, die üppigste Wiese unfruchtbar, wenn man bloss erntete und nicht immer wieder düngte; so verschwinden gleichsam die Leichen im Boden der Friedhöfe nach einer gewissen Anzahl von Jahren, und es wird hierdurch die wiederholte Benutzung desselben Bodens zu neuen Beerdigungen möglich, ohne dass der Boden hierdurch eine sich steigernde Verunreinigung erführe.

Diejenigen in der Natur zu beobachtenden Vorgänge, welche den Boden im hygienischen Sinne rein erhalten oder rein machen, begreifen in sich die Vegetationsthätigkeit, die Wirkungen der chemischen und physikalischen Kräfte des Bodens und endlich die von den Meteorwässern verursachte Wegschwemmung der Schmutzstoffe aus dem Boden nach Flüssen, Seeen und Meeren.

1. Vegetation.

Aufnahme der Nitrate.

Durch das Pflanzenwachsthum werden die löslichen Nitrate, welche sich durch Oxydation der organischen Substanz im Boden bilden, verzehrt und Letzterer dadurch fortlaufend von einem erheblichen Theil seines Besitzes an sich immer wieder neu bildenden Oxydationsproducten der in ihm enthaltenen organischen Stoffe befreit.

Begünstigung der Sauerstoffzufuhr in den Boden.

Die Mineralisierung der organischen Körper im Boden wird durch die Vegetation auch dadurch wesentlich gefördert, dass die Wurzeln der Pflanzen die oberen Bodenschichten lockern und hierdurch die Luftzufuhr erleichtern.

Verhütung schädlicher Bodenfeuchtigkeit.

Das Pflanzenwachsthum trägt ferner durch seinen Wasserbedarf zum Austrocknen der Bodenschichten in erheblichem Grade bei, so dass im Boden befindliche pathogene Bacterien den ihnen zusagenden Feuchtigkeitsgrad nicht mehr vorfinden können und zu Grunde gehen

müssen. — Selbst wenn die Vegetation an der Verbesserung der Luft und an der Erhaltung der Reinheit derselben nicht den bekannten hervorragenden Antheil hätte, müsste im hygienischen Interesse einzig wegen ihres Einflusses auf die Reinhaltung des Bodens den Beständen an Wäldern und Wiesen im freien Lande, sowie den Park- und Wiesenanlagen nebst Baumpflanzungen in Städten besondere Fürsorge gewidmet und deren Anlage begünstigt werden. Förderung der Vegetation im hygienischen Interesse.

2. Chemische Kräfte des Bodens.

Die im Boden befindlichen Abfallstoffe unterliegen durch die chemischen Kräfte desselben besonderen, ihre Unschädlichmachung bewirkenden Veränderungen.

Die aus Fäcalien und anderen Fäulnissstoffen sich entwickelnden übelriechenden Gase werden von feinem, trockenem Boden durch die Absorptionskraft desselben, welche nicht allein auf rein physikalischen Gesetzen beruht, vollständig zurückgehalten. Ebenso äussert der Boden auch auf andere gelöste Substanzen eine absorbierende Wirkung durch chemische Umsetzung mit Hülfe der in ihm enthaltenen Doppel-Silikate. In dieser Weise werden nicht nur gewisse unorganische Stoffe, wie Kiesel- und Phosphorsäure, Kali, Ammoniak u. s. w., sondern auch organische Substanzen und Gifte im Boden zurückgehalten. Absorption schädlicher Stoffe. Das im Boden zurückgehaltene Ammoniak wird von ihm sehr schnell weiter verändert durch das ihm innewohnende Nitrifikations- oder Mineralisations-Vermögen. Unter Mitwirkung der in jedem Boden enthaltenen Microorganismen wird in kurzer Zeit das Ammoniak zu salpetriger und Salpeter-Säure oxydiert. Mineralisierung. Aber nicht allein das vom Boden absorbierte Ammoniak, sondern alle in dem Boden befindlichen organischen Substanzen unterliegen einer solchen langsamen Verbrennung, wobei der enthaltene Kohlenstoff in Kohlensäure und die Stickstoffverbindungen in Salpetersäure übergeführt werden. —

Da unter natürlichen Verhältnissen stets die Microorganismen, durch deren Vermittelung die Nitrifikation zu Stande kommt, vorhanden sind, so wird in jedem Boden, je nach dem Grade seines Zurückhaltungsvermögens für organische Substanzen, eine mehr oder minder intensive Mineralisierung der organischen Stoffe vor sich gehen. Sobald jedoch dem Boden zuviel organische Substanzen zugeführt werden, versiegt seine Oxydationskraft. An Stelle der Oxydationsvorgänge treten dann Reductionserscheinungen und der Boden verjaucht, da die Reductionsproducte organischer Substanzen den Charakter der Fäulniss bedingen.

3. Physikalische Kräfte des Bodens.

Die physikalischen Kräfte, welche für die Beseitigung und Zerstörung der in den Boden eingedrungenen Schmutzstoffe und der hierdurch in denselben gelangten pathogenen Keime in Frage stehen, kommen in der reinen Flächenattraction und in der Filterwirkung der Bodenpartikelchen zum vorwiegendsten Ausdruck.

Flächenattraction u. Filtration.

Durch Flächenattraction und Filtration werden die mit dem Wasser in den Boden eindringenden Stoffe in demselben zurückgehalten und behufs ihrer weiteren Unschädlichmachung den chemischen Kräften und der mineralisierenden Thätigkeit der Mikroorganismen im Boden ausgeliefert.

Solange der Boden nicht durch eine unverhältnissmässig starke Zufuhr von Abfallstoffen überlastet wird, die Mineralisierung der organischen Substanz mit der Zufuhr vielmehr gleichen Schritt hält, erfährt gleichzeitig das den Boden durchsickernde Wasser eine, bei genügender Mächtigkeit der Bodenschichte bis zur Vollkommenheit gehende, Reinigung.

Das Attractions- und Filtrationsvermögen eines Bodens ist um so grösser, je feinkörniger dessen Einzeltheile sind. Während beispielsweise im groben Kies die Filtrationswirkung fast Null ist, das eindringende Wasser vielmehr mit grosser Geschwindigkeit absickert und hiervon nur etwa $5^0/_0$ des Bodensvolumens zurückgehalten werden, lässt feiner Sand bei guter Filterthätigkeit das Wasser nur langsam absickern und hält $32^0/_0$ seines Volumens an Wasser zurück. —

4. Wegschwemmung der Schmutzstoffe durch meteorische Wässer.

Jeder Regenguss, alle durch Schneeschmelzen abgehende Wässer sind, obwohl wie früher erörtert auch Bodenverunreinigungen durch sie verursacht werden können, als wichtige natürliche Reinigungsmittel anzusehen. Ist doch das Wasser das geeignetste Transportmittel der Schmutzstoffe! Die auf dem Boden lagernden Abfallstoffe werden von dem abfliessenden Meteorwasser theils mechanisch mitgerissen, theils in Lösung aufgenommen und, von den kleinsten Rinnsalen aus beginnend, fortgeführt in die Bäche, nach den Flüssen, den Seeen und dem Meer. Auf diese Weise wird durch jeden stärkern Regenguss eine grosse Menge von oberflächlich lagernden Schmutzstoffen, die den Boden schliesslich schwer belasten würden, fortgeführt und dadurch insbesondere in menschlichen Ansiedelungen einer fortdauernden Anhäufung der Schmutzstoffe auf natürlichem Wege entgegengewirkt. In vielen orientalischen Städten sind auch

Fortführung der Schmutzstoffe nach den Flüssen etc. durch die Meteorwässer.

thatsächlich die von Zeit zu Zeit sich einstellenden Regengüsse nahezu das einzige Reinigungsmittel der Stadtoberfläche.

Die in die Wasserläufe, Seeen und Meere abgeschwemmten Schmutzstoffe unterliegen im Wasser gleichwie im Boden innerhalb gewisser Grenzen einer natürlichen Selbstreinigung. Zunächst erfahren die Schmutzstoffe im Wasser eine Vertheilung und dadurch Verdünnung, wodurch für die Cubikeinheit des Zuflusswassers ein besserer Reinheitsgrad erreicht wird. Die im Wasser vertheilten Schmutzstoffe sind entweder gelöste Stoffe, Schwebekörper oder Sinkstoffe. —

Die gelösten Stoffe unterliegen im Wasser, unter Mitwirkung sowohl thierischer als pflanzlicher Microorganismen, theils Spaltungs- und Oxydationsprozessen, theils werden sie auch von den Wasserpflanzen unmittelbar assimilirt. Gelöste Stoffe im Wasser.

Ausserdem kann auch ein Theil der gelösten Verbindungen durch chemische Prozesse in unlösliche übergehen, welche sich als Sinkstoffe zu Boden setzen.

Die suspendierten Stoffe werden wahrscheinlich zum Theil von den niederen thierischen Organismen direct aufgenommen und verdaut; zum Theil unterliegen sie ähnlichen Oxydationsprozessen, wie die gelösten Stoffe im Wasser. Da aber das Wasser sehr viel weniger freien Sauerstoff enthält als der Boden und die suspendierten Stoffe durch die Unmöglichkeit der feinsten Vertheilung, wie eine solche bei gelösten Stoffen möglich ist, dem Sauerstoff weniger zugänglich sind, so vollzieht sich diese Selbstreinigung nur langsam. Sie wird indess gefördert durch lebhafte Bewegung des Wassers. — Suspendierte Stoffe.

Die Sinkstoffe gehen im Wasser zu Boden und setzen sich daselbst und auf den benetzten Uferflächen der Wassergerinne zu Boden. — Sinkstoffe.

Ist im Wasser keine oder nur geringe Bewegung am Boden vorhanden, so geht die Mineralisierung der abgelagerten Körper nur sehr langsam vor sich und wird bei zu grossen Anhäufungen möglicher Weise gar nicht eingeleitet werden, insbesondere, wenn fortwährend neue organische Sinkstoffe zur Ablagerung kommen. Behufs der Verarbeitung derselben in wenig bewegtem Wasser darf desshalb der vom Wasser bedeckte Boden nur in recht dünner Schicht von ihnen belastet sein. Schwach bewegtes Wasser.

Im strömenden Wasser sind die Verhältnisse einer Unschädlichmachung der Sinkstoffe wesentlich günstiger. Zunächst gelangen dieselben, da sie Zeit brauchen, bis sie sich zu Boden setzen und innerhalb dieser Zeit einen gewissen Weg mit dem Wasser zurücklegen, auf einer ausgedehnteren Sohlefläche zur Ablagerung, kommen also Strömendes Wasser.

weniger dicht zu liegen. Ferner werden sie, gleichwie die Steine und der Sand der Flüsse durch die Reibung am Boden fortwährend zerkleinert und schliesslich in unendlich feinen Körperchen über das Flussbett vertheilt, auf welche der im Wasser gelöste Sauerstoff recht intensiv einwirken kann. —

Für die Selbstreinigung der Flüsse in Betracht kommende Umstände.

Die Selbstreinigung der Flüsse ist im Allgemeinen abhängig von dem Mengeverhältniss der zugeführten Schmutzstoffe zur gesammten Flusswassermenge, von dem jeweiligen Bacteriengehalt, von der Geschwindigkeit des Wassers, von der Höhe der Temperatur, von der Beschaffenheit der Flussbette, von dem Verhältniss der Wasserspiegelbreite zum Wasserquerschnitt, und von der Art und Menge der in dem Wasser lebenden pflanzlichen und thierischen Organismen.

Selbstreinigung in Seeen und Meeren.

In Seeen und Meeren wirken auf die Oxydation der denselben von den Wasserläufen zugeführten organischen Substanzen hauptsächlich die grosse Verdünnung und das im Allgemeinen reichere organische Leben entscheidend ein. Die Bewegung des Wassers kann in Seeen in bemerkenswerthem Grade zur Wasser-Reinigung nicht beitragen, da sie nur durch Wind und Schifffahrt in verhältnissmässig geringem Umfange erzeugt wird. Im Meere sind die Bewegungsverhältnisse des Wassers für dessen Reinigung, ganz abgesehen von den grossen Meeresströmungen, schon etwas günstiger, da der Wellenschlag ein grösserer ist und ausserdem Ebbe und Fluth eine regelmässige Wasserbewegung erzeugen. Trotzdem sind bei starken, auf eine Mündungsstelle beschränkten Schmutzwasserzuflüssen die Reinigungsbedingungen nicht allein in Seeen, sondern auch an den Meeresküsten mangels ausreichender Strömungsverhältnisse als recht ungünstige zu bezeichnen. Derartige Schmutzwässer vertheilen und vermischen sich im aufnehmenden Wasser nicht rasch genug und verbleiben zu lange am selben Platze, so dass an den Einmündungsstellen nur zu leicht durch Verschlammung und Fäulnisserscheinungen gekennzeichnete Missstände entstehen, welche nicht selten durch die Fluth, infolge Wiederzuführung der Schmutzstoffe noch vermehrt werden. In derartigen Fällen wird die Selbstreinigung durch Beschaffung m e h r e r e r Ausmündungsstellen befördert, die entsprechend den lokalen Verhältnissen das Schmutzwasser entweder vertheilt, oder abwechselnd und in kleineren Mengen dem Meer- oder Seewasser zuführen. Auch die Anordnung von offenen oder gedeckten Abflusscanälen, welche das Schmutzwasser derart von den Ufern entfernt zum Ausfluss bringen, dass bei Wasserbewegungen nach dem Lande hin die Schmutzstoffe nur in durchaus unschädlicher, grösserer Verdünnung wieder zurückgeführt werden können, hat sich bewährt. —

Die selbstreinigende Kraft der Wasserläufe und Wasserbecken ist jedoch, gleichwie das Reinigungsvermögen des Bodens, nicht unbegrenzt.

Den jeweiligen örtlichen Verhältnissen entsprechend vermag das aufnehmende Wasser stets nur eine bestimmte Maximalquantität von Schmutzstoffen ohne missständige Veränderung zu verzehren. Wird dieses nur für den Einzelfall bestimmbare Maass überschritten, so treten Fäulnisserscheinungen etc. ein und aus einer Reinigungsstätte wird eine Quelle des Schmutzes und der Gefahr! —

Aus Vorstehendem ist ersichtlich, dass die Natur zur Reinerhaltung und Reinigung des Bodens von Schmutzstoffen über mächtige Hülfskräfte gebietet, welche im Stande sind, den Boden durch stete unschädliche Verarbeitung und Mineralisierung der organischen Substanz im hygienischen Sinne rein zu erhalten. Wie überall ist uns hierbei die Natur gleichzeitig Lehrmeisterin! Sie zeigt uns, in welch' hervorragender Weise Boden und Wasser geeignet sind Schmutzstoffe zu verdauen und lehrt uns jene hierzu zu benützen. Gleichzeitig aber weist sie, zur Vorsicht mahnend, darauf hin, dass Boden und Wasser bei ihrer Uebersättigung mit Schmutzstoffen oder durch Aufnahme derselben am ungeeigneten Ort und zur unrechten Zeit zu schadenbringenden Ansammlungsstätten unreiner Stoffe und der diese stets begleitenden pathogenen Bakterien werden können, wodurch die Entstehung und Verbreitung der Infectionskrankheiten so wesentlich begünstigt wird. —

Boden und Wasser sind Reinigungsmittel, solange dieselben nicht mit Schmutzstoffen überlastet werden.

Zur Frage, ob auf Grund der selbstreinigenden Vorgänge im Boden und Wasser denselben pathogene Bacterien einverleibt werden dürfen, nehmen wir den Standpunkt ein, dass unzweifelhaft diese Bacterien in nicht übersättigtem Boden und Wasser der Vernichtung anheimfallen, dass aber hierbei im Boden das Zerstörungswerk rascher vor sich geht als im Wasser. Wir halten demgemäss unter gewissen Bedingungen das Verbringen der städtischen Abgänge in den Boden oder in das Wasser auch in bacteriologischer Hinsicht für zulässig und werden hierauf bei dem Kapitel „Canalisation, insbesondere Verbleib des Canalwassers und unschädliche Beseitigung desselben“, zurückkommen.

Um Missverständnisse zu vermeiden, betonen wir aber schon an dieser Stelle, dass wir im Allgemeinen die unmittelbare Uebergabe der Abfallwässer in die Flussläufe für unstatthaft halten und nur bei besonders günstigen Verhältnissen dieselbe unter gewissen Vorsichtsmassregeln für zulässig erklären können. Wir machen hierbei noch die Einschränkung, dass zu Zeiten von Massenerkrankungen an Typhus oder beim Auftreten von Cholera in einem Orte, dieser sein

Abwasser unter keinen Umständen ohne Desinfection den Wasserläufen ohne Weiteres zuführen darf.

Die dem Boden übergebenen Infectionsstoffe sind dagegen, solange derselbe mit Abfällen nicht überlastet wird und aus ihm kein inficierbares Wasser zu Genuss- oder häuslichen Gebrauchszwecken entnommen wird, als weniger bedenklich zu erachten, wenngleich auch hier zu Epidemiezeiten besondere Vorsicht am Platze ist. —

B. Verhütung von Bodenverunreinigungen.

1. Erziehung zu allgemeiner Reinlichkeit und Pflege des hygienisch ästhetischen Sinnes.

Eine erfolgreiche Verhütung der Bodenverunreinigungen wird vor allen Dingen durch die Volkserziehung zu allgemeiner Reinlichkeit und die Pflege des hygienisch-ästhetischen Sinnes in die Wege geleitet und gesichert.

Bei nur einigermassen gepflegtem Reinlichkeitssinn wäre es beispielsweise undenkbar, dass es heute noch in manchen Ländern die Sitte gestattet, die städtischen Strassen als die Ablagerungsstätte allen Unraths, aller Abfälle zu benützen; dass heute noch in einigen, auch europäischen, Gegenden Mensch und Vieh im gemeinsamen Raume hausen, dessen nackter Erdboden die flüssigen Abgänge in sich aufsaugt und dass unter Anderen heute noch in sonst gesitteten Ländern die Aborte und Abortanlagen Schmutzstätten im schlimmsten Sinne des Wortes sind, welche geradezu pestilenzialische Gerüche aushauchen.

Entwickelter Reinlichkeitssinn als Gegner schlechter, die Bodenverunreinigung fördernder Gewohnheiten.

Ebenso ist es nur dem Mangel des geschulten Reinlichkeitsverständnisses zuzuschreiben, wenn selbst grössere Städte vor nicht allzulanger Zeit das sämmtliche Abwasser den Strassengossen zufliessen liessen und wenn man dies nebst den damit verbundenen Uebelständen als etwas Unvermeidliches ansah.

Pflege des hygienisch ästhetischen Sinnes fördert das Verständniss für hygienische Einrichtungen und macht Reinlichkeit zur Volksgewohnheit.

Erst durch allgemein anerzogene Reinlichkeit uud durch sorgsame Pflege des hygienisch-ästhetischen Sinnes als Grundlage hierzu kann das Bewusstsein von der Nothwendigkeit der hygienischen Einrichtungen zur Verhütung der Bodenverunreinigungen in Fleisch und Blut übergehen.

Erst dann können diese Einrichtungen mit Verständniss benutzt und hinwiederum ihre richtige Benutzung zur Volksgewohnheit werden.

Nur von der erziehlichen Förderung allgemeiner Reinlichkeit

kann aber auch eine stete Vervollkommnung der Gesundheitstechnik erwartet werden, da nur dann neue Anregungen und Verbesserungsvorschläge auf den fruchtbaren Boden allgemeinen Verständnisses fallen. —

Allgemeines Reinlichkeitsverständniss eine Grundlage für die stete Vervollkommnung in der Gesundheitstechnik.

Die Erziehung zur Reinlichkeit und die Pflege des Reinlichkeitssinnes hat schon beim Kinde zu beginnen.

Erziehung zur Reinlichkeit beim Kinde.

Die Unreinlichkeit ist demselben als etwas Schlimmes, etwas Verabscheuungswürdiges vorzustellen. Es sind desshalb keinerlei unreine Stoffe an dem Kinde zu dulden. Sein Körper ist durch Waschen und Baden stets rein zu halten. Es ist ferner anzuleiten, alle Schmutzstoffe nach deren Sammelstellen in richtiger Weise zu verbringen nnd letztere zweckentsprechend zu benützen. Durch die Schule ist der im Kinde durch die Familie erweckte Reinlichkeitssinn und die demselben hierdurch anhaftende Reinlichkeitsgewohnheit noch weiter auszubilden und zu pflegen. Es ist hierbei auf die Bedeutung der Reinlichkeit für die öffentliche Gesundheit in einer zum Kindesgemüth dringenden und demselben verständlichen Weise aufmerksam zu machen.

In den höheren Klassen der Volksschule wird auf die Nothwendigkeit einer geordneten Sammlung und Unterbringung der Schmutzstoffe hinzuweisen sein und im Anschluss hieran wären die Kinder mit den Hauptgrundsätzen der Hygiene bekannt zu machen. — Sehr geeignet zur Förderung des Reinlichkeitssinnes der Kinder erscheint die Einrichtung von Brausebädern in den Schulen, da bei diesen, immer unter Aufsicht gemeinsam genommenen Bädern, erfahrungsgemäss bei dem unreinlichen Kinde das Schamgefühl und der Nachahmungstrieb kräftige Förderer der Reinlichkeit werden. Die Abort-, Closet-, Pissoir- und Wascheinrichtungen in den Schulen sind mit besonderer Gediegenheit herzustellen und auf den reinlichen Gebrauch derselben durch die Kinder ist ein sorgfältiges Augenmerk Seitens der Erzieher der Jugend zu richten.

Der in der Schule im Kinde erweckte und geförderte Reinlichkeitstrieb ist wiederum geeignet, auf die Erwachsenen derjenigen Familien, in welchen es an der nöthigen Reinlichkeit noch mangelt, einen wohlthätigen Einfluss auszuüben.

Förderung des Reinlichkeitssinnes beim Erwachsenen.

Bei den der Schule entwachsenen Leuten wird ausserdem das Verständiss für die Bestrebungen der Hygiene durch öffentliche Belehrung und öffentliche Vorträge zu fördern sein. Die Bildung von Lokalvereinen für öffentliche Gesundheitspflege, welche in dieser Richtung vorgehen, ist daher wünschenswerth und Seitens der staatlichen und communalen Aufsichtsorgane zu begünstigen.

2. Dichtung der Bodenoberflächen.

Die Verhütung des Eindringens von Schmutzstoffen in den Boden durch Abdichtung seiner Oberfläche kommt da in Betracht, wo Letztere in der Nähe der menschlichen Wohnungen fortwährenden, unvermeidlichen Verunreinigungen ausgesetzt ist. Hiervon werden in erster Linie die Strassenoberflächen betroffen und zwar ganz besonders diejenigen in städtischen Gebieten, dann aber die Hofflächen unserer Wohnstätten.

a. Allgemeine Anforderungen an die Bodendichtungen.

Hygienische Forderungen.

Von einer guten Abdichtung der Oberflächen wird in hygienischer Hinsicht gefordert, dass sie erstens die betreffende Fläche leicht reinigungsfähig macht, zweitens einen vollständig dichten Abschluss für den Untergrund bildet und drittens möglichst wenig abgenutzt werden kann, damit Staub- und Schmutzbildung vermieden und die wirksame Dauer der Abdichtung eine möglichst grosse wird. —

Verkehrsforderungen.

Während die Hygiene für die Abdichtung der Strassenoberflächen hauptsächlich möglichste Undurchlässigkeit verlangt, erheischen die Interessen des Verkehres, welchem die Strassen zu dienen haben, eine Dichtung oder Befestigung ihrer Oberflächen, welche so beschaffen sein muss, dass sie bei jeder Witterung einen sicheren Verkehr gestattet, den Bewegungen der Pferde und Lasten den kleinsten Widerstand entgegensetzt, möglichst wenig Stösse und Erschütterungen der Fuhrwerke verursacht und dadurch einen thunlichst geräuschlosen Verkehr erzeugt. Letzteres liegt gleichzeitig auch im allgemeinen hygienischen Interesse.

Genügeleistung gegenüber den vereinten Ansprüchen.

Die gebräuchlichen Strassenbefestigungen genügen den vereinigten Forderungen der Hygiene und des Verkehrs in sehr verschiedenem und theilweise unzureichendem Maasse. Sie müssen es aber in um so vollkommenerer Weise thun, je mehr Menschen unter der Gefahr einer etwaigen Bodenverunreinigung zu leiden haben würden, je dichter also das an den Strassen liegende Terrain bewohnt und je grösser der von den Strassen zu bewältigende Verkehr ist. In hygienischer Hinsicht können desshalb an die frei liegenden Landstrassen die geringsten Anforderungen gestellt werden, dagegen sind die Ansprüche für die durch die Ortsberinge gehenden Strassen schon bedeutend zu erhöhen, während die verkehrsreichsten Strassen dicht bewohnter Städte den höchsten Ansprüchen, sowohl mit Rücksicht auf die Hygiene als auf den Verkehr, zu genügen haben.

b. Befestigung der Strassenoberflächen.

Für die Befestigung und Dichtung der Strassenoberflächen kommen hauptsächlich die Chaussierung oder das Macadam, das Steinpflaster, das Asphalt- und das Holzpflaster in Betracht. Die sonstigen Befestigungsweisen der Strassenflächen, wie Klinkerpflaster, Eisenpflaster und die Anordnuug von Radbahnen mittelst Steinplatten kommen nur vereinzelt vor und haben keine grosse Bedeutung erlangt, wesshalb auf sie an dieser Stelle nur hingewiesen wird. Hauptsächlich in Betracht kommende Strassenbefestigungsarten.

α) Chaussierung (Macadam).

Die chaussierte oder Macadam-Oberfläche, so genannt nach dem schottischen Baumeister Mac-Adam, wird aus kleingeschlagenen, lageweise ausgebreiteten Steinen durch Festwalzen derselben hergestellt. Es ist hierbei als Grundsatz festzuhalten, dass nur möglichst gleichgrosse Steine verwendet werden und dieselben auf keinen Fall eine grössere Dicke als 6 cm besitzen, so dass sie durch einen Ring von 6 cm Durchmesser allseitig durchgehen. Der Gebrauch der Walze bei Herstellung einer Chaussierung ist unerlässlich. Die Anlage des Macadams, beziehungsweise der in Deutschland allgemein üblichen Chaussierung*) geschieht in folgender Weise: Nachdem das für die Strasse bestimmte Terrain das richtige Quer- und Längenprofil erhalten hat, wobei die Oberfläche um die 0,25 bis 0,40 m betragende Dicke der Chaussierung tiefer zu legen ist, werden auf diese Fläche grössere Steine von 10—18 cm Stärke aufgebracht. Dieselben bilden das Fundament der Strassenfahrbahn, sie sind mit ihren breiten Grundflächen möglichst dicht aneinander gepackt auf dem Boden aufzustellen. Die nach oben sich öffnenden Zwischenräume werden alsdann mit etwas kleineren Steinen ausgekeilt (ausgezwickt) und die hierauf noch vorstehenden Ecken und Spitzen der grösseren Steine mit dem Steinhammer abgeschlagen. Es wird hierdurch je nach der beabsichtigten Gesammtdicke der Strassendecke und je nach der Festigkeit des Untergrundes eine 15—30 cm dicke Steinschicht gebildet, welche die Packlage genannt wird. Auf diese Steinschicht wird alsdann die Decklage, bestehend aus den eigentlichen Chaussierungssteinen, in 2—3 Schichten aufgebracht. Jede Schicht wird für sich durch Darüberfahren schwerer eiserner Walzen gedichtet. Durch das Walzen wer-

Herstellungsweise. Packlage. Decklage.

*) Mit „Macadam“ dürfen strenggenommen nur die durchweg aus abgewalzten Kleinschlaglagen hergestellten Strassenkörper bezeichnet werden. Diese Construction ist indess in Deutschland wegen des verhältnissmässig hohen Preises des Kleinschlages nicht üblich.

den die einzelnen Steine fest aneinander gepresst und hierdurch die hohlen Räume möglichst vermindert. Auch durch die Splitter, welche sich infolge des Walzens bilden, werden die Zwischenräume der Steine theilweise ausgefüllt. —

Chausseewalzen.

Im Allgemeinen haben die durch Pferde gezogenen Chaussierungswalzen ein Gewicht von 5—10 Tonnen (5000—10000 kg).

Dampfwalzen.

Je grösser das Gewicht der Walze ist, desto besser wird die Dichtung der Steinschlagdecke. Es wird desshalb durch die Dampfwalzen, welche meist ein Gewicht von 15—20 Tonnen haben, die dichteste und die beste Steinschlagdecke zu Stande gebracht. Mit Rücksicht hierauf und weil die Chaussierungsarbeit durch die Dampfwalzen viel rascher und daher auch billiger ausgeführt wird, gebührt denselben unbedingt der Vorzug vor durch Pferde bewegten Walzen.

Die oberste Steinlage wird zur Erzielung einer ganz gleichmässig dichten und festen Strassenoberfläche mit reinem scharfkantigen Sand überstreut und vor jedem Einwalzen mit Wasser begossen, um den Sand in die Fugen der Chaussierungssteine einzuspülen. Noch besser als Sand eignen sich zur Ausfüllung und Verkeilung der Steinfugen kleine Steinsplitterchen von 2—8 mm Dicke und etwa 10—20 mm Längen- und Breitenausdehnung, wie solche beim Schlagen der Steine durch Hand- oder Maschinenkraft gewonnen werden und auch in den Schutthalden von Steinbrüchen und Bergwerken gefunden werden.

Bindemittel.

Dieses feinere Füllmaterial wird als „Bindemittel“ bezeichnet, weil es gleichsam die einzelnen Chaussierungssteine in ihrer Lage fest bindet. Dies wird dadurch erreicht, dass durch den Druck der Walze die Zwischenräume der Steine durch das Bindemittel fest und dicht ausgefüllt und letztere somit unverrückbar gemacht werden. Da die Steinsplitterchen hierbei mehr eingekeilt als zusammengepresst werden und der Zusammenhang nicht mehr so leicht gelöst werden kann als der des zusammengepressten Sandes, so verdient ersteres Material, wie bereits erwähnt, als Bindemittel, entweder allein oder in Verbindung mit Sand, zu Chaussierungszwecken den Vorzug. Das Bindematerial hat demnach nicht den Zweck, die einzelnen Steine aneinander zu kleben oder zu binden und es darf desshalb nicht, wie dies so vielfach geschieht, stark lehm- oder thonhaltiges Sandmaterial als Bindemittel verwendet werden. Derartiges Bindematerial ist nur geeignet, schlechte Walzarbeit zu verdecken. Es wird wohl durch dasselbe ziemlich schnell eine dichte und glatte Oberfläche erzeugt; allein dieselbe ist viel weniger haltbar, bei Regenwetter viel schmutziger und bei trockenem Wetter viel staubiger, als die mit richtigem Bindemittel sorgfältig hergestellten Strassenoberflächen.

Wahl des Bindematerials.

Das behufs Erreichung einer guten Oberflächenentwässerung der Steinschlagdecke erforderliche Seitengefälle wird zweckmässig mit 5 bis $2^1/_2$ % angenommen und ist je nach den örtlichen Verhältnissen von dem Strassenbauingenieur im Einzelnen festzusetzen. Die Wölbung der Steinschlagdecke beträgt hiernach $^1/_{40}$ bis $^1/_{80}$ der Strassenbreite. Das seitlich ablaufende Wasser wird in canalisierten Städten durch eine gepflasterte Längsrinne nach dem nächsten Wassereinlass und durch diesen in den Strassencanal befördert. Diese gepflasterten Entwässerungsrinnen haben in städtischen Strassen immer die beiderseitigen Längsgrenzen der Chaussierungen zu bilden. Sofern sie an die Bürgersteigeinfassungen (Randsteine) anstossen, wird ihr Querschnitt durch die Strassenfläche und der dieser zugewendeten Seitenfläche des Randsteines gebildet.

Seitengefälle.

Längsrinnen.

Um die Rinnen für den Wasserabfluss geeigneter zu machen und zu veranlassen, dass das Wasser sich auf einem möglichst schmalen Streifen zusammendrängt, wird das absolute Seitengefälle der Rinne meist um 3—8 cm grösser angeordnet, als es dem Neigungsverhältniss der Strassenflächen allein entsprechen würde. Das Gefälle der Rinne folgt demjenigen der Strassen, jedoch wird den Entwässerungsrinnen ein Gefälle von nicht unter $1:400 = 0{,}25$ % gegeben. Ist das Strassengefälle geringer als $1:400$, so wird das grössere Gefälle der Rinne durch geeignete Vertiefung derselben bis zum nächsten Canaleinlauf erzeugt. Die Rinnenbreite beträgt meist 0,50—0,60 m. Beim Fehlen eines Einfassungssteines am Bürgersteig wird zur Vervollständigung der Abzugsrinne ein zweiter Pflasterstreifen nach dem Fussweg zu, in derselben Weise steigend wie der erst beschriebene Streifen gegen die Fahrbahn, zur Ausführung gebracht, oder der Bandstein durch hochkantig aufgestellte Pflastersteine ersetzt. Die Tiefe der Rinne wird hierbei meist zu 6—12 cm angenommen.

Seitengefälle der Längsrinne.

Gefälle der Längsrinnen.

Bei Landstrassen tritt an die Stelle der Pflasterrinne der Strassengraben, nach welchem das Wasser meist über die nicht überhöhten Fusswege hinweg läuft. Bei besser ausgestatteten und in der Nähe von Städten liegenden Landstrassen sind des Oefteren die Fusswege erhöht, so dass die Rinne zwischen Fussweg und Fahrbahn bestehen bleibt und von Zeit zu Zeit durch Querkanäle unter dem Fussweg hindurch, nach dem auf der Aussenseite desselben liegenden Strassengraben geführt wird. In nicht canalisierten Städten sind die Rinnen gleichfalls zwischen Bürgersteig und Fahrbahn anzulegen, müssen aber, da sie nicht auf kurzen Strecken ihr Wasser in unterirdische Canäle zuleiten können, ein grösseres Fassungsvermögen besitzen und daher tiefere Querprofile erhalten. —

Strassengraben.

Zu Chaussierung geeignetes Material.

Die Steine, welche sich als Material für Macadamisierungen zur Verwendung eignen sollen, müssen witterungsbeständig, ferner scharfkantig sein, damit sie sich leicht in einander binden und eine ausreichende Härte besitzen.

Diesen Bedingungen genügen besonders sehr harter Kalkstein, scharfkantige nicht zu spröde Kieselsteine, Granit, Quarz, Porphyr, sehr harter Sandstein und Basalt. Als geeignetstes Material für die Macadamdecke wird allgemein der Basaltkleinschlag angesehen. Für die Packlage sind weniger harte Steine erforderlich, jedoch müssen auch sie wetterbeständig sein.

Herstellungskosten chaussierter Strassenflächen.

Die Herstellungskosten der chaussierten Strassenflächen betragen je nach den örtlichen Verhältnissen, der Constructionsdicke und der mehr oder weniger sorgfältigen Ausführung 2,50—5,50 M. für das qm.

Unterhaltungskosten.

Die Unterhaltungs- und Erneuerungskosten sind sehr verschieden. Sie hängen ab von der Grösse des Verkehrs, von der Art der Wagen und ihrer Belastungsweise, von der Güte der verwendeten Materialienund dem Preis derselben und, in nicht geringen Grade, von einer verständigen Strassenaufsicht und der guten Schulung der Strassenarbeiter. Sie wechseln jährlich zwischen 0,30—0,70 M. für das qm der Landstrassen und zwischen 0,80—2,00 M. für das qm städtischer Strassenflächen. In der Regel können letztere Zahlen enger begrenzt zu 1,00—1,50 M. angenommen werden.

Obwohl sich der Preis durch besonders ausgewählte gute Materialien für die Strassendecke oft verhältnissmässig bedeutend gegenüber dem Gebrauch weniger geeigneten Materials erhöht, so ist es doch, insbesondere für städtische Strassen, sowohl vom wirthschaftlichen als gesundheitlichen Standpunkte aus vortheilhafter, nur vom besten Material Gebrauch zu machen. Längere Dauer, weniger Unterhaltungskosten, weniger Schlamm und Staub und grössere Reinlichkeit sind die durch gutes Material gebotenen Vortheile!

Die mit gutem Chaussierungsmaterial verbundenen Vortheile.

Unterhaltungssysteme.

Die Unterhaltung und Erneuerung der macadamisierten Strassen kann nach zwei verschiedenen Systemen geschehen. Beide sind in der Praxis im Gebrauch. Bei dem einen unterliegt die Strassendecke einer fortlaufenden Ausbesserung dadurch, dass jeder Schaden alsbald nach seiner Entstehung beseitigt wird. Die Chaussierung wird auf diese Weise nach und nach erneuert. Bei dem anderen System wird die Strasse dem Verkehr ohne Weiteres so lange überlassen, bis sie so weit abgenutzt ist, dass sich die Nothwendigkeit der Erneuerung der ganzen Oberfläche durch Aufbringung einer neuen Kleinschlagdecke als dringlich erweist. — Bei dem ersten Verfahren, dem soge-

nannten Flicksystem, ist es sehr schwierig, den ursprünglichen innigen Zusammenhang und die anfängliche Festigkeit der Oberfläche zu erhalten, weil das Abwalzen der erneuerten Flächenstücke wegen der meist geringen Ausdehnung derselben in den wenigsten Fällen zur Anwendung gelangen kann und daher die Festigkeit der Decke nur durch Abstampfen und durch den Verkehr selbst erzielt werden muss. Die Geschicklichkeit und Erfahrung der Strassenwärter ist hierbei von grossem Einfluss auf die Güte dieser Ausbesserungsarbeit. Das Flicksystem ist unzweifelhaft das absolut billigste, aber es ist nur für solche Strassen geeignet, welche einen mässigen Verkehr besitzen. Bei sehr verkehrsreichen Strassen muss die Methode der zeitweise vorzunehmenden vollständigen Deckenerneuerung, zur Anwendung kommen. Bei der nun einmal unvermeidlichen ungleichmässigen Festigkeit der geflickten und der noch ursprünglichen Stellen der Chaussierungen würden nämlich durch einen starken Verkehr so ungleichmässige und rasche Abnutzungen verursacht, dass in ganz kurzer Zeit die gesammte Strassenfläche zu einer grossen Flickstelle würde, welche nicht ausreichende Festigkeit besässe, so dass schliesslich doch zu einer gediegenen neuen Eindeckung geschritten werden müsste. —

Flicksystem.

System der zeitweisen völligen Neueindeckung.

Die Dauer der chaussierten Strassenoberflächen beträgt bei geringem Verkehr, unter der Voraussetzung des Flicksystems, bis etwa 20 Jahre; dann aber ist eine Erneuerung der ganzen Decke erforderlich. Die Dauer des Macadams der Landstrassen und der meisten städtischen Strassen beträgt etwa 5—8 Jahre; bei besonders verkehrsreichen Strassen ist alle 2—5 Jahre eine neue Deckung erforderlich, ja es giebt städtische Strassen von so starkem Verkehr, dass alljährig eine neue Macadamdecke sich erforderlich zeigt! Dass man in der Regel besser thun würde, solche Strassenflächen mit widerstandsfähigerem Material, beispielsweise mit Pflaster, zu befestigen, ist selbstredend.

Dauer der Macadamdecken.

Die chaussierten Strassen bilden keineswegs eine wasserdichte Oberfläche. Wohl fliesst bei stärkeren Regenfällen das grössere Wasserquantum nach den Rinnen ab; indess werden alle kleineren Regenmengen, bis zu etwa 1,50 mm Höhe, sowie Giesswasser und sonstige auf die Strassenoberfläche fallende geringere Flüssigkeitsmengen von der Chausseedecke fast vollständig aufgesaugt.

Dichtigkeitsgrad der Chausseedecke.

Reichliche Staubmengen bei Trockenwetter, leichte Schlammbildungen bei nassem Wetter, Ueberhäufung der Strassensinkkasten und der Canäle mit ausgeschwemmtem Sand infolge starker Regengüsse und endlich verhältnissmässig grosse Kosten und Schwierigkeiten der baulichen Unterhaltung und Reinigung bei den Fahrstrassen

Mängel der macadamisierten Strassen.

mit grossem Verkehr sind die den macadamisierten Strassenoberflächen anhaftenden Mängel.

Vorzüge.

Dagegen haben die Steinschlagbahnen andererseits nicht unwesentliche Vorzüge. Sie sind für die Luft leicht durchgängig, fördern demgemäss die Erneuerung und Verbesserung der Bodenluft, wodurch gleichzeitig die Oxydierung der organischen Substanzen schneller vor sich geht; sie sind geräuschlos; gewähren Pferden grosse Standsicherheit und zeichnen sich durch die Billigkeit ihrer ersten Anlage aus.

Anwendbarkeit des Macadams.

Die Steinschlagdecke ist für städtische Strassen mit geringem Verkehr und für alle Landstrassen vortheilhaft anzuwenden. Bei den Landstrassen kommen die durch den stärkeren Verkehr bedingten sanitären Uebelstände nicht so in Betracht, weil im Gegensatz zu den städtischen Strassen die angebauten menschlichen Wohnstätten fehlen. Während somit für Seiten- und Vorgartenstrassen, sowie solchen Strassen in Vorstädten, welche nur einen geringeren Durchgangsverkehr aufweisen, die Steinschlagfahrbahnen als zulässig erachtet werden müssen und auch kaum von einer anderen Befestigungsart je verdrängt werden dürften, muss für die verkehrsreicheren Strassen der Städte und Ortschaften eine der nachfolgend beschriebenen besseren Befestigungsweisen gebieterisch gefordert werden.

β) Das Steinpflaster.

Beim **Steinpflaster** muss vor allen Dingen die Strassenoberfläche widerstandsfähig und unveränderlich gehalten werden können. Abgesehen von der Wahl des Steinmaterials selbst ist hierzu ein gutes

Fundamente für das Steinpflaster.

Fundament erforderlich. Das Fundament für die Steinpflasterungen wird, je nach der Festigkeit des Untergrundes und nach der Grösse des Verkehrs auf die nachstehend beschriebenen Arten hergestellt.

Sand-fundament.

1. **Das Sand-Fundament.** Dasselbe wird bei mässigem Verkehr und nicht zu weichem Untergrund zur Anwendung gebracht. Es besteht aus einer 0,20—0,40 m starken Lage Sand oder auch Kies, welche Materialien durch Wasser dicht eingeschlemmt werden.

Steinschlag-fundament.

2. **Das Steinschlag-Fundament.** Dieses Fundament wird ebenso hergestellt, wie die Packlage der Chaussierung. Es erhält eine Dicke von durchschnittlich 15—20 cm. Nach Fertigstellung wird vor dem Pflastern eine Sandschichte von 0,05—0,10 m aufgebracht, zweckmässig gleichfalls eingeschlemmt und alsdann abgewalzt.

Des Oefteren wird auch die unter dem Pflaster liegende Fläche vollständig chaussiert und so lange noch ohne Pflaster dem Verkehr

übergeben, bis die betreffende städtische Strasse mit Gebäuden planmässig besetzt ist. Hierbei liegt die Steinschlagfläche um das Maass der künftigen Sand- und Pflasterdicke (meist 0,20—0,25 m) tiefer. Zum geeigneten Zeitpunkt wird alsdann die Sandschichte und die Pflasterung aufgebracht. Dieses Verfahren ist indess verhältnissmässig theuer. Die Anordnung einer in definitiver Höhe liegenden provisorischen Pflasterdecke verdient meist den Vorzug. —

Das Steinschlagfundament gelangt bei weichem Boden und sehr verkehrsreichen Strassen zur Anwendung. Es bildet den Uebergang zu dem nächst beschriebenen Fundament, welches für städtische Pflasterstrassen mit grosser Verkehrs-Ziffer und besonders in Grossstädten als die beste Fundamentschichte zu bezeichnen ist.

3. Das Betonfundament. Das Betonfundament wird in einer Dicke von 12—20 cm auf der vorher planierten Strassenfläche aus Stampfbeton hergestellt. Die Mischung des verwendeten Betons besteht zweckmässig aus einem Theil Portlandcement, vier Theilen gewaschenem Sand und acht Theilen Kies oder an dessen Stelle sechs Theilen Kleinschlag. Während das Mischungsverhältniss des Cements zum Stein- und Sandmaterial meist 1 : 10 bis 1 : 12 beträgt, gelangt guter hydraulischer Kalk zur Betonbereitung im Mischungsverhältniss 1 : 7 an Stelle des Cements gleichfalls nicht selten zur Anwendung. Beton-fundament.

Auf die durch flüssigen Cementmörtel vollständig dicht hergestellten und ausgeglichenen Betonoberflächen wird behufs der weiteren Herstellung der Pflasterstrassen eine Lage Sand aufgebracht, welche eine Dicke von 2—5 cm erhält, und in diese die Pflastersteine versetzt. Die Fugenausfüllung der Pflastersteine erfolgt hierbei durch Sand, welcher theils beim Versetzen und Niederrammen der Steine die Fugen von unten füllt, theils von oben durch Einkehren mit Besen und Einschlemmen mit Wasser eingebracht wird. Behufs Erzielung einer absoluten Dichtigkeit des Steinpflasters werden die Fugen von oben aus öfters mit einem flüssigen Kalk- oder Cementmörtel, sowie auch mit einem heissflüssigen Gemisch von Theer und Asphalt ausgegossen. In England wird auch sehr oft die auf dem Beton liegende Sandschicht mit Kalk oder Cementpulver gemischt, alsdann, nachdem die Steine eingesetzt und gestampft sind, das Ganze mit Wasser begossen und hierauf in die Fugen eine Mörtelmischung eingebracht. Hierbei bildet das ganze Pflaster schliesslich einen festen Körper, der allerdings vollkommene Dichtigkeit besitzt, bei welchem aber der Fuhrverkehr geräuschvoller ist als bei anderen Pflasterungsarten. Ausserdem gestaltet sich hierbei das in Städten bis zu einem

gewissen Grade unvermeidliche Aufbrechen der Strassenoberfläche sehr schwierig und kostspielig. —

Seiten- und Rinngefälle.

Das zur Entwässerung der Pflasterstrassen erforderliche Seitengefälle der Strassenoberflässe beträgt 3—$1^1/_2$ %.

Die hieraus sich ergebende Wölbung der Strassenoberfläche beträgt $^1/_{30}$—$^1/_{60}$ der Strassenbreite.

Bei Platzanlagen wird nicht selten zu Gefällen von nur 1—$^1/_2$ % gegriffen. Bei guten Pflasterungsausführungen haben sich diese Gefälle noch als vollständig ausreichend erwiesen. Die Längsrinnen der Pflasterstrassen erhalten, wie bei den chaussierten Strassen, ein grösseres Quergefälle.

Pflastermaterial.

Als Pflastersteinmaterial eignen sich nur sehr harte Steine, welche gleichzeitig die Eigenschaft haben, dass sie bei der durch den Verkehr erfolgenden Abnutzung keine glatten Flächen erhalten, sondern stets gleichmässig rauh bleiben. Diesen Bedingungen genügen am besten der Granit, Porphyr, Trachyt, Schlackensteine und einige wenige Arten besonders harter Sandsteine.

Anlagekosten.

Die Kosten einer Pflasterstrasse aus Granitsteinen betragen auf Sandbettung 8—10 M., auf Chaussierungsunterlage 9—12 M., auf Betonfundament 11—13 M. für das qm. Diese Preise verstehen sich bei Fugenfüllung mit Sand. Werden die Pflasterfugen mit einer Mischung von Theer und Asphalt ausgefüllt, so erhöhen sich die angegebenen Preise um etwa 1 M. für das qm. —

Unterhaltungskosten.

Die Unterhaltungskosten der Pflasterstrassen betragen, unter der Voraussetzung der Granitverwendung, jährlich etwa 10—20 Pf. für das qm.

Dauer.

Die Steinpflasterstrassen besitzen die grösste Dauer unter allen Strassenbefestigungsarten. Sie beträgt bei schwachem Verkehr bis zu 50 Jahren, bei dem allerstärksten Grossstadtverkehr wenigstens 6 bis 8 Jahre. Im Mittel wird die Dauer einer Pflasterstrasse bei mässigem Verkehr auf 25 Jahre zu bemessen sein, während sie bei starkem Verkehr etwa 15 Jahre beträgt.

Bei Erneuerung der auf Betonfundamenten ruhenden Pflasterungen ist es nur erforderlich, die Pflastersteinschicht neu herzustellen, da die tragende Betonschicht einer Abnutzung nicht unterworfen ist und daher eine fast unbegrenzte Dauer hat. Es können in vielen Fällen die älteren Pflastersteine, nachdem sie wieder zugerichtet sind, wiederholt Verwendung finden. Bei besseren Strassen werden auf allen

Vierhäuptige Pflastersteine.

Seiten behauene Pflastersteine verwendet, dieselben haben meist eine Breite von 10—12 cm, während die Höhe und Länge 14—18 cm beträgt. Diese Steine werden im Gegensatz zu solchen, welche nur eine für die Strassenfläche bestimmte, sorgfältig bearbeitete Seitenfläche

haben und einhäuptige Steine heissen, vierhäuptige genannt. Den Steinen grössere als die genannten Dimensionen zu geben, ist fehlerhaft, da grosse Steine sich erfahrungsmässig kugelförmig, überhaupt sehr unregelmässig, abnutzen und dann ein holpriges Pflaster bilden. Einhäuptige Pflastersteine.

Als bestes Steinpflaster ist dasjenige zu bezeichnen, welches auf Betonunterlage ruht und aus 8—10 cm breiten, sorgfältig gearbeiteten Granitsteinen von gleichmässiger, eine stete Rauheit der Oberfläche gewährleistender Structur besteht. Die Steine sind in Sand zu betten, recht eng aneinander zu setzen und ihre Fugen sorgfältig mit heisser Asphaltmischung auszugiessen. Ein derartiges Pflaster erweist sich allerdings etwas geräuschvoller, als Chaussierung. Besonders zu empfehlende Art der Pflasterung.

Dagegen bildet es eine vollständig undurchlässige Fläche und genügt in dieser Hinsicht den höchsten hygienischen Ansprüchen. Ausserdem vereinigt es noch mehrere Vortheile: die geringsten Unterhaltungskosten, Leichtigkeit der Reinigung, äusserst geringe Staubentwickelung. — Vortheile des guten Steinpflasters.

Die vorhin beschriebenen anderen Pflasterungsarten — blosse Sandfugenfüllung, Gestück- und Sandfundament — können nicht als vollständig undurchlässig bezeichnet werden und besitzen die angegebenen Vorzüge nur in geringerem Grade. Indess stehen sie betreffs ihrer hygienischen und technischen Vorzüge immerhin über den macadamisierten Strassenflächen. Die Pflasterstrassen finden zweckmässige Anwendung bei allen durch Ortschaften gehenden Landstrassen mit grösserem Verkehr, sowie bei allen städtischen Strassen, soweit solche vom Stadtverkehr nicht ganz abseits liegen und daher nur ganz geringer Abnutzung ausgesetzt sind. Für verkehrsreichere, insbesonders für die einem grossen Lastverkehr ausgesetzten Strassen, ist das Pechfugenpflaster auf Betonfundament in hygienischer und technischer Hinsicht die absolut beste Pflasterungsmethode. In welchen Fällen Pflasterstrassen zur Anwendung kommen sollten.

Der mit dem zunehmenden starken Verkehr auf dem Steinpflaster entstehende Lärm machte in neuerer Zeit den Wunsch geltend, Strassenflächen zu construieren, bei welchen das Geräusch des Fahrverkehrs ganz beseitigt oder doch wesentlich gedämpft wird. In Anbetracht des sinnverwirrenden Lärms des grossstädtischen centralen Verkehrs auf Pflasterstrassen, welcher wohl geeignet ist, bei nervenschwachen Personen Gesundheitsschädigungen hervorzurufen und gesunde Nerven zu schwächen, sowie mit Rücksicht auf die für die Strassen in der Nähe von Krankenhäusern, Schulhäusern, Gerichtsgebäuden und für kurstädtische Strassen gebotene Ruhe muss die Forderung nach solchen, einen geräuschlosen Strassenverkehr möglichst gewährleistenden Strassenbefestigungen als eine streng hygie- Geräuschloses Pflaster.

nische bezeichnet werden. Es wird ihr genügt durch die nachstehend beschriebenen Pflasterungsarten.

γ) Das Asphaltpflaster.

Die Asphaltstrassendecken ruhen auf einer, auch beim Steinpflaster zur Anwendung kommenden und dort beschriebenen Betonschicht. Dieselbe muss bei dem Asphaltpflaster mit grosser Sorgfalt hergestellt und ihre Oberfläche genau der künftigen Strassenoberfläche entsprechend abgeglichen werden. Der Asphalt wird auf das Betonfundament auf dreierlei Weise aufgebracht. —

Gussasphaltflächen.

Im ersten Fall wird eine 3—5 cm dicke Schicht von erwärmtem flüssigen Asphalt, welcher mit feinem Kies und behufs Erzielung grösserer Leichtflüssigkeit und Elasticität mit Goudron (Pech, Mastix) vermischt ist, über die Betonoberfläche ausgebreitet und unter Bestreuung mit sehr feinem Sand mittelst Bügelbrettern verebnet. Nach dem Erkalten bildet der Asphalt eine dichte, feste Oberfläche. Als Fahrbahnpflaster vermochte sich jedoch diese Asphaltierungsart in ausgedehntem Maasse nicht einzubürgern, da sie vielfach als nicht ausreichend widerstandsfähig befunden wurde.

Bei sorgfältiger Ausführung, Verwendung guter Materialien und geeigneter Mischung derselben leistet aber diese Befestigung trotzdem Vorzügliches. Die derart hergestellten Asphaltoberflächen heissen Gussasphaltflächen.

Stampfasphaltflächen.

Durch die zweite Art der Herstellung wird die Stampfasphaltfläche erhalten. Hierbei wird, nachdem der Beton erhärtet und seine Oberfläche getrocknet und gereinigt ist, fein gepulverter, natürlicher Asphaltstein, welcher aus stark mit Bitumen durchsetztem Kalkstein besteht, in einer Dicke von 7—8 cm aufgebracht. Das Asphaltpulver wird vorher, um ihm alles Wasser zu entziehen, auf 138—180 Grad Celsius erwärmt und dann, noch zwischen 40—60 Grad warm, ausgebreitet.

Hierauf wird das Pulver bis auf eine Dicke von 5 cm zusammengepresst. Zu diesem Zwecke wird mit heissen eisernen Stampfern die Strassenfläche von den Seiten nach der Mitte zu bearbeitet, alsdann wird die Asphaltschicht mit Hülfe von Eisenwalzen noch weiter zusammengepresst und endlich mittelst eines leicht gekrümmten, erwärmten Glätteisens unter Zwischenstreuung von etwas Asphaltstaub sorgfältig geplättet. Durch dieses Verfahren bildet sich nach dem Erkalten eine glatte, steinartige Oberfläche. Neuerdings wendet man behufs Vermeidung der Fehler der Handarbeit zum Zusammenpressen des Asphaltes grössere Eisenwalzen im Gewichte von 500—800 kg an. —

Für die dritte Asphaltierungsart wird das Asphaltsteinpulver in besonderen Fabriken unter hohem Druck in Formen zu Platten gepresst, welche alsdann auf dem Betonfundament dicht aneinander verlegt werden. Die feinen Zwischenfugen werden mit Asphalt- oder Cementpulver ausgefüllt. Hierdurch und durch die, vermöge der Wirkung der Verkehrlast erfolgende seitliche Ausdehnung schliessen sich nach einiger Zeit die Fugen nahezu vollständig. Dieses Asphaltplattenpflaster hat den Vortheil, dass die Herstellung von der Witterung unabhängig ist und im Gegensatz zum Gussasphalt keinerlei Geruch bei der Arbeit entsteht. Es hat in letzter Zeit an Verbreitung ziemlich gewonnen und würde unzweifelhaft den Stampfasphalt nahezu vollständig ersetzen können, wenn es durch eine sorgfältige Fabrikation und Auswahl der Platten gelänge, absolut gleichmässig gepresste und den äusseren Einflüssen gegenüber sich vollständig gleich verhaltende Platten zu erhalten. Dieses Ziel scheint von verschiedenen Fabriken in der That schon erreicht worden zu sein. So lang indess über die Bewährung der Asphaltplatten nicht durchweg günstige Erfahrungen vorliegen und einige bestimmte Marken bekannt sind, welche vollkommene Bewährung sicher stellen, dürfte dem Stampfasphalt, der sich bei sachgemässer Ausführung durchaus bewährt hat, im Allgemeinen der Vorzug zu geben sein. Platten-asphalt-flächen.

Da alle Asphaltoberflächen sehr eben sind, so brauchen sie zur Erzielung des Wasserablaufs nur ein sehr geringes $1^1/_2$—$^1/_2$ % betragendes Seitengefälle, ja selbst $^1/_4$ % ist für das Quergefälle bei breiten sonnigen Strassen vollständig ausreichend. In der Regel beträgt die Wölbung $\frac{1}{150}$ der Strassenbreite. — Behufs Bildung einer Längsrinne für den Wasserabfluss wird das Quergefälle an den beiden Seiten der Strasse auf 0,50—0,60 m Länge, um 0,04—0,06 m vergrössert. — Quergefälle der Asphaltbahnen. Querprofil der Längsrinne.

Die hauptsächlichsten Gewinnungsstätten des Asphalts sind im Val de Travers und zu Seyssel. Ausserdem kommen auf Trinidad ungeheuere Mengen Asphalt vor, welche aber der hohen Fracht halber auf dem Continent nicht zur Verwendung gelangen können. Gewinnungsorte des Asphalts.

Die Herstellungskosten des Gussasphalts betragen 12—14 M. für das qm. Die Kosten des Plattenasphalts sind nur wenig höher, während der Preis des Stampfasphalts 14—16 M. für das qm beträgt. Die jährlichen Unterhaltungskosten berechnen sich je nach der Grösse des Verkehrs auf 40—60 Pf. für das qm; einschliesslich der zeitweisen vollständigen Erneuerung der Asphaltdecken 1,00 M. bis 1,20 M. Herstellungskosten der verschiedenen Asphaltierungsweisen. Unterhaltungskosten.

Die Dauer der Asphaltstrassen darf je nach den Umständen auf 10—20 Jahre, im Mittel auf 15 Jahre angenommen werden; nach Dauer der Asphaltstrassen.

dieser Zeit muss der Asphaltbelag erneuert werden. Die Erneuerung einzelner Oberflächentheile muss bei sämmtlichen drei Asphaltierungsarten, wenn sie gut werden sollen, mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden. Es ist besonders bei stark abgenutzten Plattenasphaltflächen fast unmöglich, schadhafte Stellen so zu erneuern, dass sie mit den älteren Asphaltplatten eine gleichmässige, widerstandsfähige Fläche bilden. Die älteren Platten sind nämlich durch den Verkehr in stärkerem Maasse comprimiert worden und haben dadurch theils eine grössere Widerstandsfähigkeit, theils gewisse Aenderungen ihrer hygroskopischen Eigenschaft erlangt, wesshalb die reparierten Stellen lange Zeit von den älteren unterschieden werden können und die Gefahr einer ungleichmässigen Abnutzung der neuen Stellen im Gegensatz zu den alten vorliegt.

Anwendung von Asphaltstrassen. Die Befestigung der Strasse mit Asphalt ist insbesondere für Hauptstrassen mit grossem Verkehr als die bislang vollkommenste zu bezeichnen. Die Oberfläche ist völlig undurchlässig, sehr leicht zu reinigen, sehr fest und der Bewegung der Fuhrwerke den geringsten Widerstand bietend. Sie ist sehr geringer Abnützung unterworfen, so

Vortheile der Asphaltstrassen. dass sie nur wenig Schmutz- und Staubstoffe liefert. Auf Asphaltbahnen entsteht ferner äusserst wenig Geräusch. Die Fuhrwerke rollen fast lautlos auf der Strassenfläche fort und nur das Aufschlagen der Pferdehufe verursacht hörbares Geklapper.

Allerdings stehen diesen Vorzügen, die vornehmlich die Stampf-

Nachtheile. asphaltfläche in sich vereinigt, auch gewisse Nachtheile gegenüber. Die Asphaltfläche bietet den Pferden geringe Standfestigkeit, da sie, besonders bei Nebel und feinem Regen, sehr glatt wird, sofern nicht mit grösster Sorgfalt der vornehmlich aus Pferdedünger bestehende Schmutz entfernt wird und unter Wasserabspülung die Asphaltfläche jeder Zeit gründlich rein gehalten wird. Seiner Glätte halber kann Guss- und Stampfasphalt bei stärkeren Strassengefällen

Zulässige Steigungen. als höchstens $1^3/_4\,^0/_0$ nicht mehr verwendet werden. Auch für kurze Zwischenstrecken ist die Verwendung von Asphalt zu widerrathen, da die Pferde bei nicht vorsichtigem Uebergang von gepflasterten oder chaussierten Oberflächen auf Asphalt leicht stürzen. Das Plattenasphaltpflaster scheint eine grössere Standfestigkeit zu bieten als Guss- oder Stampfasphalt, so dass bei dessen Anwendung Steigungsverhältnisse bis zu $2\,^0/_0$ zulässig sind.

δ) Das Holzpflaster.

Fast alle älteren Holzpflasterungen sind stets schon desshalb missglückt, weil nicht dafür gesorgt wurde, dass die Holzwürfel eine unbe-

dingt sichere und unverrückbare Auflage erhielten. Noch mehr als beim Stein- und Asphaltpflaster erfordert nämlich das Holzpflaster eine Betonfundamentschicht, falls es sich bewähren soll. Dieselbe wird wie beim Asphaltpflaster hergestellt. Zwischen der Betonoberfläche und den Holzklötzen wurden noch bis vor wenigen Jahren entweder eine Sandschicht von 0,02—0,04 m Stärke, oder ein Asphaltaufguss, ja selbst eine Bretterschicht von etwa 0,025 m Dicke angeordnet. Jetzt verzichtet man vollständig auf eine Zwischenlage, da erwiesen ist, dass die Holzwürfel an sich die nöthige Elasticität besitzen. Die Holzklötze haben ungefähr die Grösse der Pflastersteine. Eine Breite von 0,075 m, eine Länge von 0,18—0,22 und 0,15 m Höhe sind am Zweckmässigsten. In der Längsrichtung der Strasse werden die Klötze mit 0,01 m weiten Fugen und in der Querrichtung meist dicht an einander gesetzt. Um eine Deformation der Strassenoberfläche in Folge des Aufquellens des Holzes zu vermeiden, wird öfters in der Nähe jedes Bordsteines eine breite Fuge von 0,03—0,04 m angeordnet, welche anfangs mit Sand oder Thon, später gewöhnlich mit einer Mischung von Asphalt und Theer ausgefüllt wird. Die Fugen werden mit dünnflüssigem Cementmörtel oder mit Pech ausgegossen. Es empfiehlt sich, nach Fertigstellung des Holzpflasters dasselbe mit einer Mischung von Theer und Goudron zu überziehen und hierauf zu besanden. Die Holzblöcke werden stets mit der Stirnholzseite nach oben versetzt.

Herstellung des Holzpflasters.

Auf den raschen Wasserablauf zu den Querrinnen ist sehr zu achten und dem Holzpflaster desshalb ein grösseres Seitengefälle als dem Asphaltpflaster zu geben. Es empfiehlt sich eine Wölbungshöhe von $^1/_{40}$ bis $^1/_{60}$ der Strassenbreite, also ein Seitengefälle von im Mittel 1 $^0/_0$. Die seitliche Rinne erhält eine Tiefe von 0,06—0,07 m mit Rücksicht auf die bei Holzpflaster meist zulässige Abnutzungsdicke von 0,05 und 0,06 m.

Verwendbares Holzmaterial.

Zu Holzpflaster sind nur vollständig gleichmässige und nicht zu weiche Hölzer mit engen Jahresringen verwendbar. Fichten- und Kiefernholz eignet sich am Besten dazu, besonders die nordamerikanischen Hölzer. In ganz hervorragendem Maasse geeignet für die Holzpflasterungen, und in Frankreich vorzugsweise verwendet, ist die schwedische Rothtanne, eines der weniger theueren Hölzer, welches die für das Holzpflaster nöthigen Eigenschaften in sich vereinigt. Neuerdings wurde in Deutschland das Buchenholz in grossem Umfange wieder verwendet. Ein abschliessendes Urtheil über dessen Tauglichkeit kann noch nicht gefällt werden.

Die Bewährung des Holzpflasters ist im höchsten Grade abhängig

Material-auswahl. von einer sorgfältigen Materialauswahl. Es ist nothwendig, dass jeder einzelne Holzklotz einer genauen Abnahmeprüfung unterzogen wird. Um ein thunlichst gleichmässiges Pflaster zu erzielen, sollte das Holzmaterial möglichst gleichalterigen Bäumen gleicher Bestände entnommen werden.

Imprägnierung des Holzes. Behufs Schutz vor Fäulniss wird das Holz mit fäulnisswidrigen Substanzen imprägniert. Am empfehlenswerthesten hierzu ist Zinkchlorid, welches dem Holz eine 18—25 jährige Dauer verleiht. Bei Imprägnierung mit Zinkchlorid entsteht im Gegensatz zu Creosot keinerlei übler Geruch. Die Imprägnierung erfolgt meist durch die das Holzpflaster liefernden Unternehmungen. Für sehr verkehrsreiche Strassen, in welchen das Holzpflaster in höchstens 10 Jahren vollständig abgenützt ist und erneuert werden muss, hat das Imprägnieren keinen Zweck, da das Pflaster nicht Zeit hat, durch Fäulniss zerstört zu werden.

Dauer des Holzpflasters. Die Dauer der Holzpflasterungen ist für mittleren Stadtverkehr auf 8—16 Jahre anzunehmen. In den frequentesten Strassen der City in London muss das Holzpflaster etwa alle 4—5 Jahre erneuert werden. Diese Strassen weisen einen Verkehr von 30000—40000 Fuhrwerken im Tage auf. Wenn sich die Zahl der Fuhrwerke auf ungefähr 10 000 im Tage vermindert, steigt erfahrungsgemäss die Dauer des Holzpflasters bis zu 10 Jahren.

Kosten. Die Herstellungskosten des Holzpflasters betragen 17—19 M. für das qm.

Die jährlichen Unterhaltungskosten belaufen sich auf 0,60—0,80 M. für das qm und einschliesslich des zeitweisen vollständigen Neubelages 1,50—1,80 M. für das qm im Jahre bei mittelstarkem Verkehr. Bei sehr starkem Verkehr, wie ihn z. B. die rue de Rivoli und die grossen Boulevards in Paris aufweisen, steigen selbstredend die Unterhaltungskosten. Sie betragen für diese Strassentheile in Paris 2,95 frcs. für das qm, während für Zinsen, Amortisation des Anlagekapitals 2,45 frcs. gerechnet werden. Für die grossen Verkehrsstrassen von Paris werden also 5,40 frcs. für das qm und Jahr bei Holzpflaster verausgabt. Für Steinpflaster wird für die Boulevards jährlich mindestens 12 frcs. verausgabt, so dass bei den verkehrsreichsten Pariser Strassen die Anwendung des Holzpflasters gegenüber dem Steinpflaster bedeutende finanzielle Vorzüge ergiebt.

Vortheile des Holzpflasters. Die vermehrte Standfestigkeit, welche das Holzpflaster im Vergleich zum Asphalt den Pferden bietet, lässt die Anwendung desselben auch bei Gefällen bis zu 4 %, ja in einzelnen Fällen sogar bis 5 und 6 % zu. Ausser diesen grossen Vortheilen gegenüber dem Asphaltpflaster

bedingt das Holzpflaster das geringste Verkehrsgeräusch, indem auch das Aufschlagen der Pferdehufe viel weniger hörbar ist, als beim Asphaltpflaster. Holzpflaster ist ferner betreffs seiner Staub- bezw. Strassenschmutzerzeugung nicht ungünstiger zu beurtheilen wie Asphaltpflaster.

Als Nachtheil des Holzpflasters muss es aber bezeichnet werden, dass dasselbe, besonders bei heissem Wetter, nicht frei von mehr oder weniger unangenehmen Gerüchen ist. Das Holz saugt Pferdejauche und sonstige übelriechende Flüssigkeiten leicht auf, wodurch alsdann belästigende Ausdünstungen entstehen. Bei imprägniertem Holzpflaster, insbesonders wenn dasselbe mit Zinkchlorid imprägniert ist, sind die Poren des Holzes mit der Imprägnierungsflüssigkeit vollständig getränkt und saugen desshalb andere Flüssigkeiten nur in äusserst geringem Maasse auf. Trotzdem bleibt aber das Pflaster dem Geruchsinn bemerklich schon durch den bekannten Geruch trocknenden Holzes, zu dem sich noch derjenige des bei Holzpflaster meist in grosser Menge verwendeten Peches oder Theeres gesellt. Obwohl dieser Geruch bei gutem Holzpflaster sich auf ein Minimum reduziert, so wird er doch, besonders in weniger luftigen Strassen zeitweise unangenehm empfunden. Er kann aber durch reichliches Besprengen der Strassenoberfläche mit Erfolg bekämpft werden. Nachtheile.

Die Bodenverunreinigung ist bei dem Holzpflaster mit Betonfundament ebensowohl nnbedingt ausgeschlossen, als bei dem auf dem gleichen Fundament liegenden Asphalt- und Steinpflaster. —

Vergleichen wir die beschriebenen Bodenabdichtungs- und Befestigungsarten der Verkehrsflächen, so ergiebt sich, dass in hygienischer Hinsicht und insbesondere mit Rücksicht auf die Verhütung von Bodenverunreinigungen, die mit Betonunterlage versehenen Asphalt-, Holz- und Steinpflasterungen den ersten Platz einnehmen. Das Asphalt- und das Holzpflaster streiten sich hierbei um den Vorrang. Mit Bezug auf die hygienischen, technischen und ökonomischen Vortheile, welche die verschiedenen Fahrbahnflächen bieten, ist über deren jeweilige Wahl das Folgende zu sagen: Hygienischer und technischer Werth der einzelnen Bodenbefestigungsarten.

Für freigelegene, luftige, insbesondere nicht zu schmale städtische Strassen mit lebhafterem Verkehr, bei welchen ausser der Erfüllung der sonstigen hygienischen Anforderungen noch soweit als irgend möglich Geräuschlosigkeit erzielt werden soll, ist Holzpflaster anzuwenden. Spielt die Geräuschlosigkeit der Strasse nicht die allererste Rolle, so wird bei Strassen unter $1^3/_4{}^0/_0$ Längsgefälle das Holzpflaster mit Vortheil durch das Asphaltpflaster ersetzt. Holzpflaster. Asphaltpflaster.

Stein-pflaster auf Beton mit Fugen-dichtung.

Für die meisten städtischen Strassen ist bei grösserem Verkehr das vierhäuptige Steinpflaster mit Betonunterlage und Fugenfüllung mit Pech oder Mörtel als die geeignetste Strassenbefestigungsart zu bezeichnen. Bei städtischen Strassen, welche keinen Durchgangsverkehr aufzuweisen haben, werden rücksichtlich des Kostenpunktes mit Vortheil einhäuptige Pflastersteine angewendet.

Stein-pflaster auf Stein-schlag-, Kies- oder Sand-fundament. Dasselbe in grossen Städten über 100 000 Ein-wohner.

Steinpflaster auf Steinschlag-, Kies- oder Sandfundament sollte, von unbedeutenden Strassen abgesehen, als definitive Strassenoberfläche innerhalb grösserer Städte nicht mehr zur Anwendung kommen. Empfehlenswerth erscheint für solche Städte dieses Pflaster nur als vorübergehende Strassenbefestigungsanlage für die Zeit, in welcher neu angelegte Strassen noch nicht vollständig mit Gebäuden besetzt und die unterirdischen Anlagen daher noch Veränderungen ausgesetzt sind.

Empfehlens-werthe Art der Strassen-befestigung für mittel-grosse Städte.

Für mittlere Städte, etwa unter 100 000 Einwohner, empfiehlt es sich unter allen Umständen, die vornehmeren Hauptstrassenzüge mit Asphalt oder Holzpflaster zu belegen, die alsdann noch verbleibenden Hauptverkehrsstrassen mit Steinpflaster auf Betonuntergrund zu versehen und den Rest der Strassen, sofern sie nicht ganz

Tabellarische Zusammenstellung der Dauer und Kosten der wichtigsten Strassenbefestigungsarten in Städten bei gewöhnlichem Stadtverkehr.

Lfd. Nr.	Art der Strassenbefestigung	Mittlere Dauer bis zur ersten Erneuerung. Jahre	Anlagekosten wechselnd von M.	bis M.	Auf das qm und Jahr berechnet: Unterhaltungs- u. Erneuerungskosten in M. von	bis	Bemerkungen
1	Chaussierung (Macadam)	6	3,00	4,00	0,45 + 0,30 = 0,75	1,10 + 0,90 = 2,00	Unterhaltung und Erneuerung.
2	Einhäuptiges Granitpflaster auf Sand- oder Steinschlagfundament*)	15—20, 18	8,00	10,00	0,10 + 0,40 = 0,50	0,25 + 0,50 = 0.75	
3	Desgleichen auf Chaussierung*)	15—25, 20	9,00	12,00	0,10 + 0,35 = 0,45	0,20 + 0,40 = 0,60	*) Pflaster pos. 2, 3 und 4 stellen sich mit Pechfugendichtung um rund 1,00 M. für das qm höher.
4	Vierhäuptiges Granitpflaster auf Betonfundament*)	20—30, 25	12,00	16,00	0,10 + 0,25 = 0,35	0,15 + 0,35 = 0,50	
5	Stampfasphalt auf Beton	10—20, 15	14,00	16,00	0,40 + 0,60 = 1,00	0,5 + 0,7 = 1,20	
6	Holzpflaster auf Beton	8—16, 12	15,00	17,00	0,5 + 0,7 = 1,20	0,6 + 1,0 = 1,60	

abgelegen sind, mit Steinpflaster, welches je nach den localen Verhältnissen, Sand-, Kies- oder Steinschlag-Fundament erhält, zu versehen. Die Fugen sind hierbei unter allen Umständen zu dichten.

Macadamisierungen sind in den Städten nur bei kürzeren Seitenstrassen mit ausnehmend geringem Verkehr oder bei nicht durchgehenden Strassen mit ländlicher Bebauungsweise zu befürworten. Selbst für kleinere Ortschaften ist die Steinschlagdecke für die durchgehenden Landstrassen und die etwaigen anderen Hauptstrassen des Ortes zu verwerfen und Pflasterung vorzuziehen. —

Vorstehende Tabelle giebt einen allgemeinen Ueberblick über die Dauer und die Kosten der hauptsächlichsten Strassenbefestigungsweisen in Städten, welche nicht geradezu Grossstadtsverkehr haben. Die Zahlen sind nur als rohe Vergleichszahlen anzusehen, da sie sich je nach den localen Preis- und Verkehrsverhältnissen in sehr beträchtlichem Maasse ändern können. Für Mitteldeutschland dürften sie indess ziemlich zutreffen. —

Uebersichtstabelle über Dauer und Kosten der Strassenbefestigungen.

So sehr im Vorstehenden aus hygienischen Gründen der vollständigen Abdichtung der dem Verkehr dienenden Stadtflächen das Wort geredet worden ist, so muss doch darauf hingewiesen werden, dass mit dem dichten Abschluss der Strassenflächen Uebelstände verschiedener Natur verbunden sind, welchen thunlichst entgegenzutreten ist, wenn der Werth der Bodendichtung nicht erheblich beeinträchtigt werden soll.

Hinweis auf die unter Umständen durch die Abdichtungen der Strassenflächen erzeugten Missstände.

Durch dieselbe wird der unmittelbare Austausch zwischen Grund- und atmosphärischer Luft an den betreffenden Stellen unmöglich und die bislang durch den Sauerstoffzutritt aus der Atmosphäre geförderte Oxydation der etwa im Boden befindlichen organischen Substanzen behindert. Auch die in der Bodenluft befindlichen Fäulniss- und Zersetzungsgase und sonstigen Giftstoffe werden infolge der gestörten Lufterneuerung viel länger im Untergrund haften. Unter diesen Umständen ist bei abgedichteter Oberfläche die Möglichkeit der Bildung schlechter Bodenluft durch die gasförmigen Zersetzungsproducte der vor der Zeit der Abdichtung der Oberfläche in den Boden hineingelangten organischen Stoffe gegeben. Der einzige Ausweg für die unter abgedichteten Strassenflächen befindliche Bodenluft sind aber die Grundflächen der an der Strasse liegenden Wohngebäude, welche meistens luftdurchlässige Kellersohlen besitzen, und auf die Bodenluft bei steigender Bodenwärme, fallendem Luftdruck, insbesonders im Winter, ansaugend einwirken. Eine unter Umständen gesundheitsschädliche Vermischung der Hausluft mit schlechter Bodenluft kann als Folge dieser Verhältnisse eintreten.

Mangelnde Luftzuführung nach dem Boden.

Eindringen schlechter Grundluft in die Häuser.

Desgleichen von Leuchtgas und Wasser.

Gleichwie aber die Bodenluft unter dichten Strassenflächen in gewissen Fällen darauf angewiesen ist, sich einen Weg in die Atmosphäre durch die menschlichen Wohnungen hindurch zu bahnen, so ist dies in verstärktem Maasse mit dem Leuchtgas und mit dem Wasser der Fall, welche bei eintretenden Rohrbrüchen und Undichtigkeiten der städtischen Leitungen in den Boden austreten.

Durch das Leuchtgas entstehen einerseits sowohl in den Hohlräumen des Untergrundes als in den Hausräumen, nach welchen sich dasselbe hinzieht, nur zu leicht explosive Luftgemische, andererseits kann aber auch unmittelbare Lebensgefahr durch Einathmen des in die menschlichen Wohnungen eingedrungenen Gases hervorgerufen werden.

Das den Leitungen entströmende Druckwasser erzwingt sich mit grosser Gewalt den Eintritt in die Häuser, wodurch Beschädigungen und ungesunde Durchnässung, ja unter Umständen Einsturz derselben verursacht werden kann. —

Art der Abhilfe.

Es erscheint desshalb bei Anwendung von dichtem Strassenpflaster unbedingt nothwendig, entweder an den Stellen geringeren Verkehrs der Strassenoberfläche einen durchlässigen Streifen zu belassen oder durch besonders angeordnete Luftentweichungsstellen für die Bodenluft, dem aus defecten Röhren austretenden Leuchtgas und etwaigen Leitungs-Wassermengen einen Weg zur Oberfläche anzuweisen.

Durchlässiger Trottoirstreifen.

Das erstere geschieht zweckmässig dadurch, dass die Trottoire auf ihrer der Fahrbahn zugekehrten Seite einen durchlässigen Belag von 0,50—2 m Breite erhalten, in welchem Terrainstreifen in vielen Fällen die Gas- und Wasserleitungsröhren zweckmässig verlegt werden können. Als Flächenbelag hierfür eignet sich am Besten bei sehr breitem Trottoir eine Beschrottelung (Kies-Beschrottelung) und bei verkehrsreichen Trottoiren ein Mosaikpflaster aus kleingeschlagenen Steinen von 3—6 cm Seitenlänge.

Luftöffnungen.

Wenn die Herstellung derartiger durchlässiger Oberflächenstreifen nicht thunlich erscheint, oder bei sehr grosser Frequenz der Strassen Bedenken wegen der durch sie wieder ermöglichten Bodenverunreinigungen entstehen, empfiehlt sich die Anlage von Luftöffnungen. Dieselben würden zweckmässig in der Weise zu construieren sein, dass unterhalb der undurchlässigen Betonschicht in Abständen von 10 bis etwa 25 m, Quercanälchen von 0,10—0,20 qm Querschnitt ausgehoben werden, welche von einem oder zwei ebensolchen Längscanälen durchschnitten sind. Diese Gräben sind mit grobem Steinmaterial zu füllen und auszustampfen. Es verbleiben alsdann noch so viel Hohlräume zwischen den Steinen, dass sie den Durchgang von Luft und Wasser in ausreichendem Maasse gestatten. Die Querleitungen würden bis

zum Trottoir zu führen und dort durch eine vergitterte, seitliche Oeffnung am Bordstein mit der äusseren Luft in Verbindung zu setzen sein. Die Längsgräben sollten über den Gas- und Wasserleitungen angebracht werden. Ausströmendes Gas oder Wasser würde alsdann seinen Weg durch diese Gräben nehmen und durch die nächstgelegenen Quercanäle an deren Oeffnung nach der Strasse zum Austritt gelangen. An Stelle der beschriebenen Steinpackungen könnte auch ein zweckmässig angeordnetes System von einfachen Drainageröhren treten.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass infolge der Bodenabdichtungen viel mehr Meteor-Wasser zum oberirdischen Ablauf gelangt, wodurch allerdings der Untergrund trockener wird, aber auch der Fall eintreten kann, dass die für andere Ablaufverhältnisse eingerichteten Abwasser-Canäle nicht mehr ausreichen. Unter solchen Verhältnissen ist es richtiger, vor allen Dingen die Leistungsfähigkeit der Canäle durch Neuanlage von Entlastungsstrecken zu erhöhen, als entgegen den hygienischen Grundsätzen die undurchlässigen Bodenflächen nicht mehr zu vermehren.

c. Befestigung der Gehwegflächen.

Die Befestigung derjenigen Theile der Strassenoberflächen, welche im Gegensatz zur Fahrbahn dem menschlichen Fussverkehr zu dienen haben, hat im Allgemeinen nach denselben Grundsätzen zu erfolgen, wie diejenige der Fahrbahn. Ganz besondere Sorgfalt ist hierbei auf die Erzielung vollständig ebener Flächen zu legen. Material, auf welchem bei ebenen Flächen leicht ausgeglitten werden kann, ist von der Verwendung für Wegbelag auszuschliessen. Die Wegflächen sind gegen die Strassenrinne um 10—18 cm erhöht anzulegen. Sie werden nach der Rinne zu meist mit einem Bordstein eingefasst und sind mit einem nach der Strasse hingerichteten Seitengefälle zu versehen. Die Grösse des Gefälls richtet sich nach dem Abdeckungsmaterial und ist nach den bei der Besprechnng des Quergefälles der Fahrbahn Angegebenen zu bemessen. Im Allgemeinen bewegen sich die Seitengefälle der Wege in Grenzen von $1^1/_2$—$3^0/_0$. Die Breite jedes der beiderseitigen Gehwege in städtischen Strassen soll in der Regel $^1/_5$—$^1/_4$ der ganzen Strassenbreite betragen. Bei sehr breiten Hauptstrassen ist dieses Verhältniss gewöhnlich nicht mehr einzuhalten. Für deren Eintheilung in Fahrbahnen, Reitwege, Fusswege, Baumgänge, Gartenstreifen und Vorgärten sind die örtlichen Verhältnisse und die beabsichtigten Zwecke allein entscheidend. — Technische Grundsätze.

Für die Beurtheilung der Brauchbarkeit der Befestigungsmaterialien für die Wegflächen ist noch in Betracht zu ziehen, dass hierfür Zu verwendende Materialien.

auch Materialien vollständig befriedigende Verwendung finden können, welche für die Fahrstrassen nicht genügend widerstandsfähig sind, da ja der die Fahrbahnfläche so sehr abnutzende Last- und Wagenverkehr vollständig wegfällt. Hiernach kommen für die Befestigung der Gehwege ausser den für die Fahrstrassen verwendeten Materialien zum Gebrauche: Gussasphalt, Cement, plattenförmige kleinere Pflastersteine, sowie Platten aus gebranntem Thon, aus Cement, aus natürlichem Gestein. Mit Ausnahme der Pflastersteine und Platten erfordern sämmtliche Bedeckungsmaterialien eine Betonunterlage, welche indess auch für Plattenbelag empfehlenswerth ist. Für die Gehwegflächen ist auch das Mosaikpflaster aus Schotter- oder kleinen Pflastersteinen mit Erfolg vielfach in Anwendung. Ferner werden die Gehwege nach Art der Strassenchaussierungen befestigt und besandet, wobei die Steingestückunterlage unter dem Kleinschlag entweder ganz weg bleibt — welches Verfahren übrigens nicht zu empfehlen ist — oder nur in etwa der halben bei Fahrbahnen gebräuchlichen Dicke hergestellt wird. —

Gegenüberstellung der einzelnen Bedeckungsarten. In Städten ist für die Gehwege Asphaltbedeckung wohl in erster Linie zu verwenden. Cementbedeckung ist wegen der durch sie erzielten grossen Sauberkeit und der leichten Trocknung ein sehr beachtenswerther Wegbelag, erfordert aber eine ganz besonders sorgfältige Herstellung, wenn nicht bald Risse oder frühzeitige Abnutzung eintreten sollen. Mosaikpflaster ist wegen seiner Sauberkeit, grosser Sicherheit beim Begehen, wegen der schnellen Trocknung und seiner verhältnissmässigen Billigkeit sehr beliebt, eignet sich aber für Wege mit sehr starkem Verkehr wegen der nöthigen sorgsameren Unterhaltung nicht so sehr. In hygienischer Hinsicht verdient Asphalt- und Cementbelag den Vorzug.

Kosten. Die Kosten für Asphaltwege betragen 8—10 M., für Cementtrottoire 4,50—7 M., für Plattentrottoire aus Cement mit Betonunterlage 4,50—6,50 M., für Pflastersteine in Sandbeton 5—7 M., für Mosaikpflaster in Sandbeton 3,50—5 M., für Steinschlagbefestigung mit Stückunterlage 3—4 M., für Steinschlagbefestigung allein 2—3 M. für das qm. Das laufende Meter Bordstein stellt sich je nach dessen Material und Querschnitt einschliesslich Verlegen auf 2,50—7 M. Das Material der Bordsteine ist meist sehr harter Sandstein, Basaltlava oder Granit. Letzterer verdient den Vorzug.

d. Befestigung der Hofflächen.

Nothwendigkeit und Art der Abdichtung der Hofflächen. Die Befestigung und die Dichtung der Hofoberflächen geschieht in der gleichen Weise, wie diejenige der Fusswege. Eine dichte Ab-

deckung, mindestens aber eine Pflasterung sollte in allen denjenigen Höfen vorgeschrieben werden, in welchen sich Pumpbrunnen befinden oder errichtet werden, sowie überall da, wo Stallungen oder solche Betriebe sich vorfinden, durch welche auf den Hofflächen sich unreine Stoffe lagern können und dadurch ohne Abdichtung der Lagerflächen Bodenverunreinigungen erzeugt werden. Im Allgemeinen sollte die Befestigung der Hofflächen mit Steinpflaster die Regel bilden. Nur bei mässig stark bewohnten Anwesen mit verhältnissmässig grossen Hofräumen wäre eine Befestigung durch gestampfte Kies- und Sandlage als zulässig zu erachten, während für die engen Höfe starkbewohnter städtischer Gebäude eine vollständige Abdichtnng der Hofflächen durch Cement-, Asphalt-, oder Pechfugenpflaster gefordert werden muss. Bei Höfen, welche keinem Lastverkehr ausgesetzt sind, genügt bei dem Pechfugenpflaster eine Sandbettung; bei Asphalt- und Cementpflaster reicht hierbei eine Betonunterlage von nur 5—8 cm stets aus. —

3. Sammlung der Abfallstoffe aus dem menschlichen Haushalt an geeigneten und besonders dafür bestimmten Orten.

Die Belästigungen, welche die in ungeordneter Art gesammelten Abfallstoffe den Geruch- und Gesichtssinnen verursachen, haben den Menschen wohl zuerst veranlasst, dieselben an bestimmten zu ihrer Aufbewahrung geeigneten Orten so lange zu sammeln, bis sie nutzbringend oder wenigstens auf möglichst billige, mehr oder minder bequeme Weise entfernt und endgiltig untergebracht werden konnten.

Auf die Verhütung der Bodenverunreinigung in der Nähe der menschlichen Wohnungen wurde hierbei aber nicht Bedacht genommen. Vielfach leitete man die Wirthschaftswässer und auch die Excremente in Gruben, deren Umfassungswände bis zu einer wasserdurchlässigen Grundschicht geführt waren und welche einen besonderen Boden nicht besassen, so dass alles Schmutzwasser unter Auslaugung und Auflösung eines grossen Theiles der mitgeführten festen Stoffe in den Untergrund versickerte. Es war üblich, bei mangelndem durchlässigen Untergrund einen solchen durch Vertiefung und Verbreiterung der Grube und Ausfüllung derselben mit Steinen verschiedener Grösse zu schaffen.

Sickergruben.

Derartige Gruben werden Sickergruben, Versitzgruben, Schwindgruben genannt, und die Anwesen vieler Städte besassen diese abscheulichen Peststätten für Bodenluft und Bodenwasser bis auf die neueste Zeit; ja selbst heute findet man sie noch im Gebrauch! Dass

sie absolut zu verwerfen sind und ausnahmsweise bei einzeln stehenden Häusern, weit entfernt von denselben sowie von etwaigen Brunnenanlagen, nur dann eine Berechtigung haben, wenn die Menge der Schmutzstoffe zur Reinigungskraft der in Anspruch genommenen Bodenschichten im richtigen Verhältniss steht, ist nach allem Vorhergesagten klar.

Nothwendigkeit vollkommen dichter Behälter für die Abfallstoffe.

Bei sämmtlichen nachfolgend geschilderten Sammelstätten der Abfallstoffe ist daher als erste Bedingung ihre vollkommene Dichtigkeit und Undurchlässigkeit gegen den Untergrund zu stellen.

a. Sammlung der menschlichen Excremente durch die Abortanlagen.

Jede Abortanlage besteht in der Regel aus zwei Theilen: erstens dem Abortraum mit Aufnahmeeinrichtung nebst Fallrohr und zweitens dem Sammelbehälter.

α) Der Abortraum.

Technische Anforderungen an den Abortraum.

Der Abortraum ist innerhalb des Hauses derart anzubringen, dass er direct Licht und Luft von aussen bekommt; Wände, Decken und Fussboden sind mit gleicher Sorgfalt und Sauberkeit, wie die bei einfachen Wohnräumen, herzustellen. Die lichte Höhe des Abortraumes soll gewöhnlich gleich derjenigen der zugehörigen Wohnräume sein, jedoch nicht unter das Maass von 2,20 m herabgehen; seine Grundfläche soll mindestens 1 qm bei einer Mindestbreite von 0,70 m halten.

Abortsitz.

Die Aufnahmeeinrichtung besteht aus Abortsitz und Trichter, welch letzterer an das Fallrohr angeschlossen ist. Der Abortsitz soll mindestens 0,60 m Breite, 0,55 m Tiefe und in der Regel eine Höhe von 0,45 m über dem Fussboden aufweisen. Die im Sitzbrett über dem Trichter angebrachte runde oder besser ovale Fallöffnung besitzt in der Regel einen Durchmesser von 0,30 m. Die Abortsitze werden meist aus Holz construiert, welches zweckmässig einen Oelfarbenanstrich erhält. Die Sitzfläche wird bei besseren Abtritten mit einer Politur versehen, wodurch eine leichtere Reinhaltung und ein besseres Aussehen erreicht wird. Die Sitzöffnung muss in Ermangelung eines anderen Verschlusses zwischen Trichter und Fallrohr stets mit einem gut schliessenden Deckel (Holzdeckel) versehen sein, damit ein Eindringen von Gasen in den Abortraum möglichst verhindert wird.

Aborttrichter.

Die Trichter sind Gefässe aus emailliertem Eisen, glasiertem Steinzeug, gebranntem Thon oder aus Porzellanmasse, welche am oberen Ende gleiche Weite und Form mit der Sitzöffnung haben,

nach unten sich rohrförmig verengen und an das Fallrohr angeschlossen sind.

Die Fallrohre sind bestimmt, die vom Trichter aufgenommenen Excremente nach dem zugehörigen Sammelbehälter zu transportieren. Als Material hierzu sollten nur goudronierte (mit Asphaltüberzug versehene) Gusseisenrohre, sowie glasierte, gebrannte Thon- oder Steinzeugröhren verwendet werden. Die Röhren müssen Muffen behufs ihrer Verbindung untereinander an einem Ende besitzen, in welchen das andere glatte Ende des nächsten Rohres eingesteckt und der verbleibende seitliche ringförmige Zwischenraum mit Theerstricken und Blei bei Eisenrohren, oder mittelst eines guten Kittes bei anderem Rohrmaterial, verdichtet wird. Fallleitungen aus Holz sind entschieden zu verbieten. Der lichte Durchmesser der Fallrohre beträgt bei dem trocknen Abtritte zweckmässig, um Verstopfung zu verhüten, 0,18 bis 0,25 m, in der Regel 0,20 m; bei Abtritten mit Wasserspülung 0,10—0,15 m, in der Regel 0,12 m. — Fallrohr.

β) Die Abortgruben.

Die Sammelbehälter, nach welchen die menschlichen Excremente durch die Fallrohre geleitet werden, sind entweder feste oder bewegliche. Die festen Behälter werden mit dem Namen „Abortgruben“, die beweglichen mit dem Namen „Aborttonnen“ bezeichnet.

Die Abort-Abtrittsgruben können entweder gemauerte sein oder aus Beton, sowie aus Eisen bestehen. Bezüglich der Construction der gemauerten Abtrittsgruben ist Folgendes zu bemerken. Gemauerte Gruben.

Sie erhalten zweckmässig eine kreisrunde, elliptische oder viereckige Grundform, in letzterem Fall mit abgerundeten Ecken. Die Umfassungsmauern der Grube müssen mit hart gebrannten Backsteinen, mindesten $1^1/_2$ Stein oder 0,38 m stark, in hydraulischem Mörtel in gutem Verbande hergestellt werden. Sie dürfen mit Gebäudemauern in keiner Weise zusammenhängen, sondern müssen für sich aufgeführt werden; von den Umfassungsmauern der Gebäude und den Nachbargrenzen mindestens 0,20 m entfernt sein und der hierdurch gebildete Zwischenraum mit einem undurchlässigen Erdmaterial, Letten oder Thon, ausgestampft werden. Der Boden der Grube ist aus mindestens 2 kreuzweise zu legenden Backsteinflachschichten mit einer darauf liegenden Rollschicht und Cementzwischenlage solid herzustellen. Das Grubeninnere (Boden, Wände und Gewölbe) ist mit einem mindestens 15 mm dicken sorgfältig geglätteten Cementverputz (Mischung 1 Theil Sand, 1 Theil Cement) zu versehen. Construction derselben.

Die Bodenfläche selbst muss nach einer lothrecht unter der Einsteigöffnung liegenden 0,30 m tiefen und 0,40 m langen und breiten Absenkung, welche bei der Entleerung des Grubeninhalts als Saugloch dient, ein gleichmässiges Gefälle erhalten. Die Gruben sind mittelst Backsteinen in hydraulischem Mörtel zu überwölben. Der äussere Gewölberücken hat einen Ueberzug von hydraulischem Mörtel zu erhalten. Die in dem Gewölbe über der Bodenabsenkung der Grube anzubringende Reinigungs- und Einsteigöffnung soll eine lichte Weite von mindestens 0,60 m erhalten.

Die Verbindung der Gruben mit den Fallröhren hat so zu geschehen, dass Letztere unmittelbar, also ohne Vermittlung von sogenannten Rutschen oder Hälsen in die Gruben münden. —

Beton-gruben. Ueber die Bauart der aus Cementbeton hergestellten Gruben ist nichts Besonderes zu bemerken. Sie hat sich derjenigen der gemauerten Gruben anzupassen. Insbesondere müssen sie innen mit sorgfältigem Cementverputz (Mischung 1 : 1) versehen werden, weil der gewöhnliche Cementbeton durch den Grubeninhalt angegriffen wird.

Eiserne Gruben. Die eisernen Abtrittsgruben bestehen in der Regel aus einem 3 bis 4 m langen Gusseisenrohr von 1,00—1,50 m lichtem Durchmesser. Das untere Ende des Rohres ist mit einem nach unten gewölbten Eisenboden geschlossen, während das obere Ende in einer Muffe sitzend einen Deckel mit zwei Oeffnungen trägt. Die eine Oeffnung dient zur Aufnahme des Fallrohres, während die andere den Einsteigschachtrahmen trägt. Die Anwendung dieser eisernen Abtrittsgruben, welche von der Halbergerhütte bei Saarbrücken construiert worden sind, ist bei hochstehendem Grundwasser, oder bei nicht tragfähigem Untergrund mit mancherlei Vortheilen verbunden. Ein besonderer Vorzug dieser Gruben besteht aber in ihrer absoluten und dauernden Dichtigkeit. Eiserne Abortbehälter werden zweckmässig auch oberirdisch in solcher Höhe angeordnet, dass der Inhalt derselben durch einfaches Oeffnen eines Ablassschiebers nach den Abfuhrwagen abfliesst.

Grösse der Abort-gruben. Die Grösse der Abortgruben ist davon abhängig, wie oft sie des Jahres über entleert werden sollen. Bei jährlich zweimaliger Entleerung hat ihr nutzbarer Inhalt $^1/_4$ bis höchstens $^1/_3$ cbm für jede in Betracht kommende Person zu betragen. Hiernach können die bei anderen Entleerungszeiten erforderlichen Grössen leicht berechnet werden.

γ) Die Aborttonnen.

An die Stelle der Abtrittsgruben können auch Tonnen treten. Grösse der Tonne. Solche Tonnen fassen gewöhnlich 100 bis 300 l, bestehen aus Eisen

oder Holz und sind mit einem dicht schliessenden Deckel versehen, in welchen das Fallrohr einmündet. Der Raum, in welchem die Tonnen untergebracht werden, soll von Kellerräumen vollständig getrennt sein und vom Hofe aus seinen besonderen Eingang haben. Der Fussboden und der untere Theil der Wände wird zweckmässig cementiert, damit allenfallsige Verunreinigungen leicht und schadenlos beseitigt werden können. Vielfach haben die Tonnen dicht unter ihrem oberen Rand ein Ueberlaufrohr, durch welches bei Ueberfüllung mit Flüssigkeit dieselbe in einen nebengestellten besonderen Eimer überfliessen kann. Tonnenraum.

Diese Einrichtung ist indess nicht besonders zu empfehlen, da beim Abholen der Tonne der Eimer wieder besonders entleert werden muss und so leicht Verunreinigungen der Tonnenkammer entstehen. Auch ist die Gefahr des Ueberlaufens des Eimers bei verspäteter Abholung der Tonne eine grosse. Zweckmässig erscheint es, neben jede Tonne eine gleiche-Reserve Tonne aufzustellen, welche durch ein Verbindungsrohr mit der ersteren im Zusammenhange steht und bei Abholung der im Betrieb befindlichen Tonne an deren Stelle rückt, während wieder eine neue Reserve-Tonne ankommt. Reservetonne.

Die regelmässige Abfuhr und Auswechselung der Tonnen ist von grosser Wichtigkeit, da sonst durch Ueberlaufen der Tonnen die grössten Missstände entstehen. Eine Tonne von 100 l Inhalt reicht beispielsweise für eine aus 10 Köpfen bestehende Hauswirthschaft nur etwa 7—9 Tage und muss dabei, um jede Gefahr des Ueberlaufens auszuschliessen, jede Woche einmal ausgewechselt werden. Abfuhrzeiten der Tonnen.

Um die Tonnen leistungsfähiger zu machen und dadurch die Wechselzeit zu vergrössern, wird vielfach die Einrichtung auch so getroffen, dass grosse Tonnen mit 500—2000, ja selbst 2500 l Inhalt als Behälter für die Abortstoffe in Anwendung gebracht werden. Um die Fortschaffung dieser Tonnen zu erleichtern, müssen dieselben gleich fahrbar eingerichtet werden. Die Construction der Anlage ist dann derart, dass ein solcher Tonnenwagen unmittelbar mit dem Fallrohr verbunden wird. Der Wagen kann nicht unterirdisch seinen Standplatz haben, da sonst die Abfuhr zu sehr erschwert würde; er steht daher in der Regel zu ebener Erde oder doch nur in einer mässigen Vertiefung. Hieraus folgt, dass die Aborte in den meisten Fällen nur in den Obergeschossen der Gebäude angebracht werden können oder einen besonderen erhöhten Raum einnehmen müssen. — Tonnenwagen.

δ) Ventilation der Abortanlagen.

Eine Hauptforderung an jede Abortanlage, sie möge Abtrittsgruben oder Abtrittstonnen besitzen, ist diejenige, dass das Eindringen von Zersetzungsgasen aus den Gruben oder Tonnen in die Abort- und Wohnräume vermieden wird und überhaupt möglichst wenig Geruch mit einer solchen Anlage verbunden ist.

Luftdichter äusserer Abschluss der Gruben oder Tonnen.

Dieser Forderung wird in der Praxis durch eine zweckmässige Ventilation zu genügen versucht. Dieselbe ist so einzurichten, dass zunächst die Behälter der Excremente — Grube oder Fass — bis auf die Oeffnung für das Fallrohr vollständig luftdicht abgeschlossen werden, so dass nicht etwa Luft aus den Höfen, in welchen die Gruben, und aus den Räumen, in welchen die Tonnen sich befinden, in die Behälter eintreten, dieselben unter Mitnahme der dort befindlichen übelriechenden Gase durchstreichen und durch das Fallrohr und die Sitzöffnungen in die Abort- und Hausräume treten kann. Durch den luftdichten Verschluss der Behälter ist aber immerhin noch nicht ausgeschlossen, dass die sich entwickelnden Gase selbstständig in dem Fallrohr aufsteigen und üblen Geruch erzeugen. Dem wird erst abgeholfen, wenn die Fallrohre wie ein Schornstein über Dach verlängert und dort mit einem Luftsauger versehen werden. — Die Luft in den Häusern ist, von Sommerzeiten abgesehen, meist wärmer als die äussere Luft und wird deshalb durch die Sitzöffnungen hindurch nach dem Fallrohr zuströmen und durch dasselbe über Dach geführt werden. Durch den Luftsauger wird dieses Resultat bei bewegter Luft auch in solchen Zeiten erreicht, in welchen die Hausluft kälter als die äussere Luft ist und daher eine absteigende Bewegung eintreten würde. Um auch in windstillen Zeiten eine sichere Ventilation durch Luftströmung nach aussen im Fallrohr zu erzeugen, bringt man zweckmässig im oberen Theil des Letztern eine Wärmequelle, Gas- oder Petroleumflamme, an. Hierdurch werden dann die in dem Fallrohr und dem Excrementenbehälter sich entwickelnden Gase ins Freie gesaugt. Die einzelnen Trichter sind hierbei mit den Sitzbrettern luftdicht zu verbinden und mit dichtschliessenden Deckeln zu versehen. Beim Gebrauche eines Aborts wird alsdann mit grosser Sicherheit eine Luftströmung vom Abtrittsraum durch den Trichter nach dem Fallrohr stattfinden. Allerdings ist bei dieser, wie auch bei anderen Ventilationseinrichtungen der Nachtheil vorhanden, dass bei wirklich luftdicht geschlossenem Kothbehälter eine fortwährende lebhafte Lufterneuerung durch Zuführung frischer Luft ausgeschlossen ist, wesshalb sich in dem Fallrohr sehr leicht stinkende Gase, welche

Verlängerung der Fallrohre über Dach.

Künstliche Lufterwärmung im obern Theile des Fallrohres.

Luftdichter Abschluss der Sitzöffnungen.

aus der Grube und aus den an den Wänden des Fallrohrs haftenden Excrementen entstehen, ansammeln und sich bei mangelnder Zugflamme hier und da in eintretenden Fällen absteigender Luftbewegung beim Oeffnen der Deckel äusserst unangenehm bemerkbar machen. Diesem Missstand könnte aber durch Anbringung einer Luftklappe am unteren Theil des Fallrohres oder am Deckel des untersten Trichters abgeholfen werden. Dieselbe ist so zu construieren, dass sie sich bei Lufteinsaugung im Fallrohr nach diesem zu leicht öffnet, während sie nach dem Innern des Abortraumes hin stets geschlossen bleibt. Hierdurch wird bei jeder, die aufsteigende Luftbewegung im Fallrohr bewirkenden Druckdifferenz die wünschenswerthe Lufterneuerung eintreten und das Fallrohr stets mit reinerer Luft angefüllt sein, als dies unter gewöhnlichen Verhältnissen der Fall ist. **Lufteinlassklappe.**

Die Anlage eines besonderen Ventilationsrohres oder Dunstrohres zur Lüftung des Fallrohres ist im Allgemeinen nicht zu empfehlen. Es ist nämlich für die Ventilationswirkung ganz gleichgiltig, ob das Fallrohr an seinem oberen Ende oder von seinem unteren Ende aus mittelst besonderen Rohres über Dach verlängert wird, wie letzteres bei Anlage eines zweiten Dunstrohres doch thatsächlich der Fall ist. Ferner liegt aber bei Anbringung eines besonderen Dunstrohres, wobei das Fallrohr mit dem obersten Abortsitz aufhört, die Gefahr vor, dass die Ausdünstungen im Fallrohr beim Oeffnen des Deckels im obersten Aborte leichter und öfter in das Abortinnere austreten, als dieses geschehen würde, wenn das Fallrohr vom höchsten Sitze ab als Lüftungsrohr über Dach verlängert wird. **Besonderes Ventilationsrohr ist nicht zu empfehlen.**

Die Verlängerung des Fallrohres als Lüftungsrohr hat in gleicher Weite und zweckmässig aus gleichem Material wie das Fallrohr zu geschehen. Gegen etwaige Fenster muss die Ausmündung mindestens 3—5 m in wagerechter Richtung abstehen oder den oberen Fensterrahmen um mindestens 1 m überragen, damit das Wiedereinströmen von Abtrittsgasen in die Häuser ausgeschlossen ist.

Eine andere Art der Ventilation besteht darin, dass das in die Grube hineinragende Fallrohr am unteren Ende umgebogen wird oder in einen Vorbehälter eintaucht oder endlich bis an den Boden der Grube geführt wird, so dass es durch den hierdurch gebildeten Kothverschluss von dem Grubenraum derart getrennt ist, dass keinerlei Grubengase in das Fallrohr aufsteigen können. Während das Fallrohr durch Verlängerung über Dach gelüftet wird, geschieht dies für die Abortgrube durch Anlage eines besonderen, von deren Gewölbe ausgehenden Dunstrohres, welches gleichfalls über Dachhöhe zu führen ist. Diese Lüftungsart giebt ganz gute Resultate. Die Einrichtung **Getrennte Lüftung von Fallrohr und Grube.**

ist aber mit dem Missstand verbunden, dass der Kothverschluss des Fallrohres häufig zu Verstopfungen desselben Veranlassung giebt und daher derselbe nur bei solchen Abortanlagen befriedigende Anwendung finden kann, deren Fallröhren, wenn auch nicht regelmässig, so doch öfters mit Wasser nachgespült werden.

ε) Die Streuclosets.

Auch bei den bestausgeführten Abortanlagen und sorgfältigster Lüftung können erfahrungsgemäss üble Gerüche aus Trichter und Fallrohr nicht immer mit Sicherheit vermieden werden. Bei grösster Reinlichkeit ist es nicht zu verhindern, dass an der Innenwand des Fallrohres sowie zeitweise am unteren Theile des Trichters Excremente haften bleiben, deren Geruch sich beim Oeffnen des Sitzdeckels unangenehm bemerkbar macht. Man hat deshalb nach Mitteln gesucht, welche, den Excrementen beigemengt, geeignet sind, dieselben geruchlos zu machen. Dieses Bestreben hat zur Erfindung des sogenannten Streuclosets von Moule geführt. In demselben wird den Auswurfstoffen entweder trockene Erde oder Torfmull zugesetzt, welchen Stoffen ein grosses Aufsaugungsvermögen, sowohl für Gerüche, als auch für Feuchtigkeit, eigen ist. Je nach den verwendeten Streustoffen unterscheidet man Erdclosets und Torfmullclosets. Es sind besondere Streuvorrichtungen ersonnen worden, durch welche nach jeder Benutzung des Aborts, im Zusammenhang mit dem Auf- und Zuklappen des Closetdeckels, selbstthätig eine angemessene Menge des Streumaterials in den Trichter geschüttet wird. Für eine Person sind im Jahre etwa 135—150 Liter Erde oder Torfmull erforderlich. Als Kothbehälter sind hierbei sowohl Gruben als Tonnen anwendbar. Der Inhalt derselben bildet eine geruchlose, lockere, nur wenig feuchte Masse, welche leicht zu transportieren ist. Bei Anwendung von Gruben ist dem Umstande Rechnung zu tragen, dass sie ihres Inhaltes nur von Hand aus mittelst Schaufeln und allenfalls unter Zuhülfenahme von Zugeimern entledigt werden können; daher ist für bequemen Zugang durch ausreichend grosse Einsteigöffnungen und für eine die Entleerungsarbeiten nicht hindernde lichte Höhe — mindestens $2^1/_2$ m — Sorge zu tragen.

Erde oder Torfmull als Streumittel.

Streuvorrichtungen.

Torfmull.

Torfmull eignet sich als Streumaterial zur Geruchlosmachung der Abtrittsstoffe und zur Aufsaugung von deren Feuchtigkeit in vorzüglicher Weise. Er nimmt ungefähr das 8—9fache seines Gewichts an Flüssigkeit auf, hemmt die Fäulniss und hindert wegen seines Gehalts an Huminsäure das Wachsthum der Bakterien. Durch Verwendung von Torfmull als Streumaterial ist es angängig geworden, für einzelne Häuser

das sogenannte Kübel- oder Fasssystem für Closetanlagen anzuwenden. In den einzelnen Aborträumen des Hauses findet unter dem Sitz ein Kübel oder Fass von 30—50 l Inhalt Aufstellung, in welchen die Auswurfstoffe mit Torfmull gemischt von der Sitzöffnung aus unmittelbar hineinfallen. Bei zweckmässiger Lüftung des Abtrittsraumes entsteht keinerlei übler Geruch. Fallrohr, Abtrittsgrube oder gemeinsame Aufnahmetonnen kommen bei diesem System also vollständig in Wegfall. Die in den einzelnen Closetträumen befindlichen Fässer werden, nachdem sie mit einem luftdicht aufzusetzenden Deckel versehen sind, wöchentlich ein oder mehrere Male abgeholt. Kübel-system.

η) Die Waterclosets oder Spülaborte.

Anstatt durch Beimischung von geruchlos machenden Streustoffen hat man zu Anfang dieses Jahrhunderts in England angefangen, nach jedem Gebrauche eines Aborts Trichter und Fallrohr mit Wasser auszuspülen und, zur Verhütung des Eindringens übelriechender Luft aus der Grube und dem Fallrohr, zwischen Trichter und Fallrohr einen Wasserverschluss angebracht. Wasser-verschluss. Zum Zwecke der Spülung wird in jedem Abort ein Wasserbehälter angeordnet, welcher mit dem Trichter durch ein Ablaufrohr verbunden ist. Sobald durch einen Zug das über dem Rohr angebrachte Ventil geöffnet wird, strömt das Wasser Art der Wasser-spülung. in den Trichter, spült ihn rein, geht mit den Excrementen durch den Wasserverschluss hindurch und stürzt durch das Fallrohr in die Abortgrube. Der Erfinder dieser Wasserspülaborte, ein Engländer Namens Blades, nannte dieselben „Water-Closets". Sie verbreiteten sich in England sehr rasch und wurden sehr bald in Amerika, Indien und auch auf dem Continent eingeführt. Die Water-Closets können unbestritten als die geruchlosesten und reinlichsten Aborteinrichtungen bezeichnet werden. Es sind die verschiedensten Constructionen in Anwendung. Dieselben lassen sich aber sämmtlich auf nachstehend beschriebene Typen zurückführen.

1) Das einfache Syphon-Closet. Dasselbe besteht aus einem Einfaches Syphon-closet. ovalen oder runden Trichter, welcher nach unten sich zu einer Oeffnung von $7\,^1/_2$ bis höchstens 10 cm Weite verengt und mit seinem unteren Ende unmittelbar in ein ∾förmig gebogenes, 10 cm weites Rohr einmündet. Letzteres ist entweder direkt oder durch ein gerades oder gebogenes Zwischenstück mit dem Fallrohr verbunden. Der obere Rand des Trichters ist zu einem röhrenförmigen Wulste ausgebildet, in welchen das Wasserspülrohr einmündet. Bei Oeffnung des Wasserventils gelangt das in den Wulst einströmende Wasser entweder durch viele nach abwärts gerichtete Oeffnungen oder durch

einen im Wulst seitlich angeordneten und der Einlauföffnung gegenüberliegenden Auslass in die Trichterschüssel. Im ersten Fall spülen einzelne Wasserstrahlen die Innenfläche der Schüssel in gerader Richtung von oben nach unten aus — centrale Spülung —; im zweiten Fall bestreicht das Spielwasser in kreisender Bewegung die Schüsselwand — tangentiale Spülung.

Zungencloset. 2) Das Zungencloset. Dem einfachen Syphoncloset haftet der Misstand an, dass man unmittelbar in den Syphon hineinsehen und in die Lage kommen kann, noch nicht vollständig durchgespülte Excrementetheile der Vorbenutzer des Closets zu erblicken. Auch kommt es vor, dass beim Einfallen des Kothes das Wasser des Syphons bis zur Sitzhöhe aufspritzt. Zur Verhütung dieses Missstandes ist desshalb vielfach eine mit der vorderen Schüsselfläche im Zusammenhang stehende Wand — Zunge — angeordnet worden, welche über die Wasserfläche des Syphons dachförmig vorspringt und so dieselbe dem Auge verdeckt.

Die Wasserspülung ist bei dem Zungencloset eine centrale und in der Weise eingerichtet, dass auf die Zungenflächen, auf welche die Fäkalien auffallen, besonders kräftige Wasserstrahlen einwirken. Bei den meisten Constructionen des Zungenclosets begegnet man dem Nachtheil, dass der unter der Zunge liegende, von der Zungen- und der vorderen Schüsselwand gebildete Raum nach unten, dem Trichter zu, offen steht, wodurch ein Schmutzwinkel geschaffen wird, in den das Spülwasser nicht gelangen kann.

Beckencloset. 3) Die Beckenclosets. (Unitas-, Sanitas-, Trent-, Silent-, Wash-out- etc. Closets.) Diese Closets sind als eine Ausbildung und Vervollkommnung der Zungenclosets zu betrachten. Die Zungenfläche ist zu einer flachen, muldenförmigen Fläche vergrössert, welche mit der Trichterfläche zu einer Schüssel verschmolzen ist. Am vorderen oder rückwärtigen Ende der Schüsselfläche befindet sich ein seitlicher Ueberlauf, welcher in ein Rohr von der Weite des Syphons übergeht und mit Letzterem in Verbindung steht. Der Ueberlauf ist in solcher Höhe angebracht, dass der Boden des Beckens stets mit Wasser von $^1/_2$—2cm Tiefe bedeckt ist. Die Beckenfläche liegt ziemlich nahe der Sitzfläche, so dass das Aufspritzen des Wassers vermieden wird.

Die Excremente bleiben zunächst auf der Beckenfläche liegen, haften aber wegen des daselbst anwesenden Wassers nicht an und können leicht fortgespült werden. Die Spülung ist eine centrale, wobei die Einrichtung getroffen ist, dass das Becken der Länge nach kräftig durchspült wird. Am Eingang des Spülwassers in die Spülwulst ist in der Regel eine kleine Kammer angebracht, welche mit

der Beckenfläche durch eine kleine Oeffnung in Verbindung steht. Während des Spülens füllt sich diese Kammer mit Wasser, welches nach erfolgter Spülung des Beckens durch die genannten Oeffnungen nach dem Boden des Closetbeckens ausfliesst und dasselbe wieder mit der nöthigen Menge frischen Wassers füllt (Nachspülung). Trichter und Syphon sind bei dem Beckencloset meist aus einem Stück hergestellt.

4) Das Klappencloset (Pfannencloset). Bei diesem ist der Einfalltrichter von dem Syphon durch eine bewegliche Klappe abgeschlossen. Die Klappe besitzt einen Rand von $1^1/_2$—3 cm Höhe, welcher den unteren, engen Theil des Trichters umfasst und dadurch einen Wasserabfluss zwischen Trichter und Syphon bewirkt. Die Fäcalien fallen zuerst auf die mit Wasser gefüllte Klappe, welche durch ein Gegengewicht an den Trichter angedrückt wird. Sie ist um eine seitliche wagerechte Achse drehbar und kann durch einen Zug rasch nach abwärts bewegt werden, wodurch der Koth in den Syphon fällt. Gleichzeitig wird durch den Klappenzug das Spülventil geöffnet und dadurch Trichter, Klappe und Syphon mit frischem Wasser ausgespült. Das nach dem Zurückgehen der Klappe noch nachfliessende Spülwasser stellt den Wasserverschluss zwischen Trichter und Syphon wieder her. Bei diesen Closets versieht also die bewegliche Klappe die Rolle der Zunge, bezw. des Beckens der vorhin beschriebenen Closets. Das Closet hat aber noch im grössern Maasse als das Zungencloset den Nachtheil, dass sich in dem unter der Klappe befindlichen Raum leicht Schmutzansammlungen bilden, welche ohne besondere Einrichtungen nicht hinweg gespült werden können. Die Schüsselspülung kann bei den Klappenclosets sowohl central als tangential sein. — Klappencloset.

Die Wasserentnahme bei der Spülung aller vorgenannten Closets geschieht entweder unmittelbar von der Wasserleitung aus oder durch Vermittelung eines Spülbehälters. Ort der Spülwasserentnahme aus der Wasserleitung.

Bei der unmittelbaren Wasserentnahme aus der Leitung ist ein Zweigrohr von letzterer an den Spülring des Closets angeschlossen. Die Spülung erfolgt durch Oeffnen des in die Zweigleitung nächst dem Closet eingesetzten Ventilhahnes. Bei dieser Art der Spülwasserentnahme ist die Möglichkeit nicht unbedingt ausgeschlossen, dass vom Closet aus Infectionsstoffe, welche in der Nähe des Wassereinlaufes sich angelagert haben, in das Wasserleitungsrohr eingesaugt werden, beziehungsweise von der eingesaugten Luft mitgerissen werden. Dieses Einsaugen tritt dann ein, wenn bei Wasserleitungen, welche entweder nicht über hohen Druck verfügen oder deren Hausröhren ungenügende Querschnitte besitzen, an tieferen Zapfstellen zu der Zeit Wasser ent- Unmittelbare Wasserentnahme.

nommen wird, zu welcher eben das höher gelegene Wasserventil des Closets behufs Spülung geöffnet wurde. Es findet alsdann eine Saugwirkung in der Richtung vom Closet nach der unteren Zapfstelle am Leitungsrohr statt, wenn an der Zapfstelle so viel Wasser entnommen wird, dass im oberen Theile der Leitung kein Ueberdruck mehr vorhanden ist. Dieselbe Saugwirkung kann eintreten, wenn ein Wasserleitungsbruch vorkommt oder die Leitung mittelst des Entleerungshahnes ganz oder theilweise entleert wird. Wenn nun auch die Gefahr einer Infection durch dieses jedenfalls sehr selten eintretende Einsaugen nicht sehr gross ist und bis jetzt eine Ansteckung auf diesem Wege nicht bekannt geworden ist, so ist doch immerhin die Möglichkeit dieses Eindringens von Krankheitsstoffen in das Hausleitungsnetz und diejenige der Ansteckung durch Wanderung der Bacterien nach den Zapfstellen für Trinkwasser zuzugeben.

Spülwasserentnahme unter Vermittelung von Spülbehältern.

Mit Rücksicht hierauf wird vielseitig der directe Anschluss der Wasserleitung an die Spülclosets verworfen und der Closetspülung durch Vermittelung besonderer von der Wasserleitung aus gespeister Spülbehälter der Vorzug gegeben. Diese Spülbehälter sind mit einer Schwimmvorrichtung versehen, durch welche der Wasserzufluss von der Leitung aus bei genügender Füllung selbstthätig abgestellt wird. Sie sind entweder als centrale Wasserbehälter für die sämmtlichen Hausclosets angeordnet, in welchem Falle an dem von ihnen ausgehenden, stets gefüllten Abflussrohr die einzelnen Closets direct angeschlossen sind, oder es wird jedem einzelnen Closet ein besonderer Spülbehälter beigegeben. Letzterer hält dann meist eine Wassermenge von 4—8 l, welche nach erfolgtem Aufziehen des Ablaufventils durch ein besonderes Fallrohr nach dem Closet in kurzer Zeit abfliesst. Man hat durch Anwendung dieser Einzelspülbehälter einerseits den Vortheil, dass in der Regel eine ausreichende und abgemessene Spülwassermenge zur Anwendung gelangt, während andererseits aber auch einer Wasservergeudung dadurch vorgebeugt wird, dass unmittelbar nach der erfolgten Entleerung des Spülbehälters nicht sofort wieder Spülwasser zur Verfügung steht, weil erst die Füllung des Behälters erfolgen muss. Wenn dieselbe auch nur eine oder wenige Minuten Zeit beansprucht, so ist immerhin eine besondere Handreichung nöthig, um wiederholt spülen zu können, wodurch erfahrungsgemäss wiederholte Spülungen nur dann vorgenommen werden, wenn sie wirklich nothwendig sind. —

Die zu den Closets führenden Steig- und Zweigwasserrohre sollten nicht gleichzeitig Durchgangsleitungen für andere Zapfstellen sein. —

Spülwasserbedarf.

Der Spülwasserbedarf für Closets beträgt auf den Kopf und Tag

mindestens 5—6 l. Dieselbe Abortgrube muss daher bei Einführung der Wasserspülung fünfmal so oft entleert werden als es bei gewöhnlichen trockenen Abtritten erforderlich wäre.

Um die hierdurch bedingten hohen Entleerungskosten zu vermindern, ist man vielfach dazu übergegangen, ein Zwischending zwischen trockenem Abort und Wasserabtritt zu schaffen. Der Closettrichter erhält hierbei eine Spülklappe, wie bei den Klappenclosets, welche gleichzeitig den Wasserverschluss bildet. Der Syphon zwischen Trichter und Fallrohr kommt in Wegfall, weil es bei verminderter Spülwassermenge nicht möglich ist, den Syphon gründlich genug auszuspülen und rein zu erhalten. Die Spülung selbst geschieht in der Weise, dass nach jedem Gebrauch des Closets, aus einer neben oder auf dem Closetsitz stehenden etwa 3—5 l haltenden mit zweckmässigem Auslaufschnabel versehenen Kanne, oder durch Vermittelung eines mit einem Wasserbehälter verbundenen Schlauches, Wasser auf die Trichterwandung und die Klappe, unter Oeffnen derselben, gegossen wird. Da der Wasserstrahl nur nach solchen Stellen geführt zu werden braucht, welche beschmutzt sind, so ist es möglich mit einem Wasserverbrauch von $1^1/_2$—3 l auf den Kopf täglich auszureichen. Es ergiebt sich hierdurch nur die 2—3fache Menge Grubeninhalt gegenüber dem trockenen Abort. Die Anwendung dieser Closets ist bei Anwesen, welche nicht an eine Schwemmcanalisation angeschlossen werden können und für welche die durch vollständige Wasserabtritte bedingten hohen Entleerungskosten der Gruben nicht erschwinglich sind, sehr zu empfehlen. Closets mit geringem Wasserverbrauch.

Sie ist auch in den Fällen anzustreben, in welchen die Häuser eine alle Stockwerke versorgende Druckwasserleitung nicht besitzen. —

Closetanlagen mit Desinfectionseinrichtungen.

Um die Entleerungskosten der Closetgruben zu verbilligen, wurde auch des Oefteren der Versuch gemacht, die Abortgruben mit Ueberlauf zu versehen und so eine Trennung der festen Theile und der Flüssigkeiten in der Art zu bewirken, dass die in der Grube stehende, leicht flüssige obere Schicht durch den Ueberlauf nach der Strassenrinne, oder in canalisierten Städten nach dem Strassencanal abfliesst. Dass eine derartige Einrichtung auf das Schärfste zu verdammen ist, weil sie zu grossen gesundheitlichen Misständen und Nachtheilen führen kann, liegt auf der Hand. Die aus den Gruben austretende Flüssigkeit ist nichts anderes als ein wässeriger Auszug des bereits faulenden Grubeninhalts, welcher ausser dem Closetwasser den faulenden Urin, sowie eine Unmasse aufgelöster und fein vertheilter Koththeilchen Closetgruben mit Ueberlauf.

enthält. Die Strassenrinnen, welchen eine derartige Flüssigkeit zugeführt wird, hauchen unausstehliche Gerüche aus und die Möglichkeit der Uebertragung von in dieser Jauche enthaltenen Krankheitskeimen ist eine sehr grosse. Sofern die Ueberlaufflüssigkeit in den Strassencanal eingeleitet wird, verpestet sie die Luft im Canalinnern durch die von ihr ausströmenden Fäulnissgase, so dass die Canäle zu Sammel- und Ausgangsstätten üblen Geruches werden. Man kam daher zur Einsicht, dass Ueberläufe an Abortgruben nur dann zulässig zu erachten ist, wenn aus denselben eine klare, desinficierte Flüssigkeit zum Abfluss kommt. Die Abklärung des Closetgrubeninhalts, verbunden mit gleichzeitiger Desinfection, geschieht durch die Methoden von Süvern, Max Friedrich und durch viele andere, aber ähnliche Systeme. Das Desinfectionsmittel ist hierbei aus mehreren Stoffen zusammengesetzt, worunter jedoch Aetzkalk nirgends fehlt und den Haupttheil bildet. So setzt sich beispielsweise die Süvern'sche Desinfectionsmasse aus 100 Theilen Aetzkalk, 15 Theilen Steinkohlentheer und 15 Theilen Chlormagnesium zusammen. Das Friedrich'sche Desinfectionsmittel besteht aus Aetzkalk, Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat und Carbolsäure. —

Desinfection der Gruben mit Ueberläufen.

Desinfectionsmasse von Süvern u. Friedrich.

Die Desinfectionsmittel werden entweder bei jeder Benutzung der Closets dem Closettrichter zugeführt, oder sie befinden sich in einer bei der Abortgrube angeordneten Vorgrube, in welche die Auswurfsstoffe zuerst gelangen und sich dort mit der Desinfectionsmasse vermischen.

Zuführung des Desinfectionsmittels an den Closets.

Bei dem ersteren Verfahren, befindet sich das Desinfectionsmittel in dem mit Spülwasser gefüllten Centralbehälter, und zwar in einem durchlöcherten Zinkblechkorb, der in demselben aufgestellt ist. Der Hauptbehälter ist mit der Wasserleitung, gleichwie ein Closetspülbehälter, mittelst Schwimmhahn verbunden und steht mit den einzelnen Closetschalen durch eine Spülleitung im Zusammenhang. Wird nun Spülwasser für die Closets entnommen, so strömt in den Hauptbehälter aus der Wasserleitung wieder frisches Wasser zu, wodurch ein Aufrühren der dort befindlichen Flüssigkeit und damit ein entsprechendes Auslaugen der Desinfectionsmittel stattfindet. Durch besondere Vorrichtung (Luftansaugung nach Friedrich, Aus- und Einfluss durch Düsen nach Zeitler) wird die Wasserbewegung vermehrt. Dieser Hauptbehälter ist bekannt unter dem Namen Centralrührapparat. Die Rührapparate können auch zum Gebrauche für das Einzelcloset in jedem Closetraum in Verbindung mit dem Spülbehälter der gegewöhnlichen Wasserclosets angebracht werden. —

Central- und Einzelrührapparat.

Sind die Desinfectionsmittel in einer Vorgrube oder in einem

besonderen, auf der Abortgrube sitzenden Trog untergebracht, in welchem die Auswurfstoffe sich zunächst mit ihnen vermischen, so ist die Anordnung meist die, dass entweder die Vorgrube einen Ueberlauf nach der Hauptabortgrube besitzt oder dass sie über der Abortgrube liegt und durch ein Bodenventil nach dieser hin entleert werden kann. Diese Entleerung hat dann je nach dem Grössenverhältniss der Vorgrube 1—3 Mal in der Woche durch Ziehen des Ventils stattzufinden, wobei in die Vorgrube die auf die Kopfzahl der Hausbewohner berechnete Desinfectionsmenge wieder neu eingebracht wird. Beigabe der Desinfectionsmittel in die Gruben. Vorgrube oder Desinfectionstrog.

In der Abortgrube findet die Abklärung des mit den Chemikalien versetzten Closetabgangs statt. Es bilden sich unlösliche Salze, insbesondere kohlensaurer Kalk und Kalkseifen, welche sich zu Boden setzen und im Verein mit den übrigen Sinkstoffen die schwebenden und schleimigen Bestandtheile mit sich reissen. Der Auslauf der Abortgrube mündet in einer unmittelbar neben dieser angeordneten kleinen, etwa 0,60—0,70 m im Geviert haltenden und mit einem Deckel verschlossenen Controlgrube. In dieser ist der Ablaufcanal durch ein Stauventil, welches aber mit Ueberlauf versehen ist, verschlossen. Durch dasselbe wird der Inhalt der Abortgrube etwa 20 cm angestaut, wodurch die Klärung befördert wird. Ist dieselbe eingetreten, so wird das Ventil gezogen und es fliesst die angestaut gewesene Flüssigkeit nach dem Abzugscanal. Hierauf wird das Ventil in der Controlgrube wieder geschlossen und die in der Vorgrube gesammelten und mit dem Desinfectionsmittel vermischten Fäcalmassen in die Abortgrube entleert, welche sich hierdurch wieder auf Stauhöhe füllt. Nach Schliessung des Ventiles der Controlgrube wird diese mit Desinfectionsmitteln neu beschickt. Das Stauventil sollte nur dann gezogen werden, wenn sich die Flüssigkeit in der Controlgrube klar und geruchlos erweist. Hauptgrube. Controlgrube.

Die in der Hauptgrube sich zu Boden setzenden Sinkstoffe sind von Zeit zu Zeit, mindestens jedes Jahr einmal auszupumpen und abzufahren. —

Bei den neueren nach dem Max Friedrich'schen System hergestellten Anlagen wird die Vorgrube weggelassen und an deren Stelle neben der Abtrittsgrube ein, vor dem Einfrieren geschützter, Centralrührapparat angebracht. —

Es ist selbstredend, dass der Betrieb derartiger Closetanlagen besondere Aufmerksamkeit erheischt, und desshalb eine fortdauernde Controle hierüber ausgeübt werden muss.

9) Die Pissoiranlagen.

Pissoirbecken in Aborten.

In Aborten werden besondere Aufnahmestellen für den Urin zweckmässig nur dann angeordnet, wenn Wasserspülung vorhanden ist, weil dieselben andernfalls zu einer Quelle üblen Geruches werden. Sie bestehen aus offenen Wandbecken von Steingut, Porzellan oder emailliertem Eisen, Pissoirschalen genannt, welche halbkreisförmige oder auch Schnabelform haben und gewöhnlich durch ein seitliches Ablaufrohr mit dem Closetfallrohr verbunden sind. Unter der Pissoirschale ist das Ablaufrohr mit einem Syphon zu versehen. Die Wasserspülung ist entweder vermittelst eines über der Schale ausmündenden Zapfhahnes, oder noch besser dadurch zu bewirken, dass das nach dem Closet gehende Spülrohr nach der Pissoirschale hin abgezweigt wird, so dass diese beim Spülen des Closets jedesmal mitgespült wird. Ist hierbei das Auslaufrohr des Pissoirbeckens mit dem Syphon des Closets verbunden, so wird das Pissoirspülwasser auch zur Spülung des Closetsyphons wieder verwendet.

Selbstständige Pissoiranlagen.

Wo grössere Menschenansammlungen stattfinden, z. B. in Gasthäusern, Versammlungslokalen, Bahnhöfen, sowie auf Strassen und Plätzen, müssen besondere Pissoiranlagen geschaffen werden. Fussboden und Umfassungswände dieser Pissoirs sind wasserdicht herzustellen. Für die Wände ist indes nur ein wasserdichter Verputz bis zu 1,50 m Höhe erforderlich.

In den einfacheren Pissoirs wird der Urin durch eine an der Wand angebrachte, 0,40—0,60 m vom Fussboden entfernte Rinne aufgenommen und im Gefälle von $^1/_{10}$—$^1/_{50}$ nach einem mit dem Aufnahmeort in Verbindung stehenden Fallrohr geführt. Die Rinne darf nicht, wie vielfach leider üblich, aus Holz bestehen, weil das Holz den Urin aufsaugt und alsdann sehr schlechte Gerüche von ihm ausgehen. Auch Zinkrinnen sind nicht zu empfehlen, weil sie rasch zerstört werden. Am besten sind Rinnen aus dichtem Stein, aus emailliertem Gusseisen, Steingut oder auch Cement. Letzteres Material wird allerdings mit der Zeit angegriffen und erleidet Substanzverluste. Ausser der eigentlichen Aufnahmerinne ist für jedes Pissoir noch eine Bodenrinne unbedingt erforderlich, welche sich unter der ersterwähnten Rinne längs der Wand bis zu einem, mit den Fallrohr in Verbindung stehenden Sinkkästchen mit Wasserverschluss hinzieht. Sie ist nothwendig, um bei der Wände- und Bodenreinigung des Pissoirs, welche öfters vorgenommen werden muss, das entstehende Schmutzwasser abzuführen und den etwa auf den Boden und die Wände gelangenden Urin aufzunehmen. Aus Sittlich-

keitsgründen ist die Rinnenwand der Pissoire durch Querwände, welche etwa 1,50 — 2 m hoch und 0,50 — 0,60 m breit sind, in Stände einzutheilen, welche eine lichte Weite von etwa 0,65—0,80 m erhalten. Die Zwischenwände können aus Holz hergestellt werden; am besten eignet sich jedoch auch hier wieder Steinmaterial, insbesonders Schiefer- oder Marmorplatten.

Reinhaltung der Pissoiranlagen.

Es ist ausserordentlich schwer, eine Pissoiranlage geruchlos zu halten. Oeftere sorgfältige Reinigung, sowie mehrmalige tägliche Abspülung mit Wasser und Anwendung von geruchlos machenden Mitteln, z. B. Eisenvitrol, sind hierzu nothwendig. Wo eine Druckwasserleitung besteht, ist die Anordnung von besonderen Spüleinrichtungen für die Pissoire zu fordern. Dieselben können entweder als ständige oder zweckmässiger als intermittierende Spülanlagen hergestellt werden. Die intermittierende Spülung wird dadurch erzeugt, dass das Leitungswasser in schwachem Strahle in einen Behälter fliesst, welcher nach jedesmaliger, einen festzusetzenden Zeitraum von etwa 5—60 Minuten beanspruchender Füllung seinen Inhalt mit kräftigem Strome und in verhältnissmässig kurzer Zeit mittelst eines Hebers oder einer Kippschale zur Spülung der einzelnen Pissoirstände abgiebt.

Anordnung der Pissoiranlagen mit Wasserspülung.

Bei Wasserspülung wird vielfach auf die Wandrinne Verzicht geleistet und statt dessen die Bodenabflussrinne zum alleinigen Ablauf des Urins benutzt. Hierbei werden die Rückwände gleichwie die Trennungswände aus glattem, undurchlässigem Material hergestellt und die ganze Fläche durch Wasser abspülbar eingerichtet. Letzteres geschieht entweder durch ein über den betreffenden Flächen angebrachtes durchlöchertes Spülrohr, oder durch eine Wassserrinne, über deren Kante bezw. durch deren Schlitze das Spülwasser auf die Pissoirflächen ausläuft.

Bei besseren Pissoirs dienen als erste Aufnahmestelle für den Urin nicht Rinnen oder Wände, sondern Pissoirschalen, und zwar meist Schnabelbecken aus Porzellan oder emailliertem Gusseisen, welche an der Rückwand angebracht sind und deren Ablauf entweder nach der Bodenrinne oder in ein besonderes Abflussrohr mündet. Die Schnabelbecken sind, ähnlich wie die Closetbecken, am Rande mit Spülwulst versehen. Dieser ist mit dem Spülrohr unmittelbar verbunden, so dass bei jedesmaliger Spülung die ganze Schale von frischem Wasser bestrichen wird.

Es ist selbstredend, dass gute Lüftung und ausreichende directe Belichtung für die Pissoirräume ebenso dringliche Forderungen sind, als für die Aborte.

b. Sammlung der Schmutzwässer durch Gruben oder Tonnen.

Bei keinem Anwesen, welches nicht mit einer geordneten Entwässerungseinrichtung in Verbindung steht, oder bei welchem nicht Gelegenheit vorhanden ist, das Abwasser fortwährend auf ausreichend grosse Wiesen und Aecker als Wässerungs- und Düngemittel zu leiten, darf das Hausabwasser (Schmutzwasser) auf den dem Regenwasser zugewiesenen Wegen ohne Weiteres zum Abfluss gebracht oder dem Untergrund zur Versickerung übergeben werden. —

Es ist auf's Schärfste zu verurtheilen, wenn, wie dies leider noch vielfach geschieht, das Schmutzwasser in den am Haus vorbeiziehenden ungepflasterten Strassengraben, oder in eine neben oder gar unter dem Hause gelegene Versickerungsgrube geleitet wird. —

Es muss daher, gleichwie für die menschlichen Auswurfstoffe, auch für die Beseitigung des Hausabwassers Fürsorge dahin getroffen werden, dass dasselbe so lange in dichten Behältern angesammelt wird, bis es auf geeignete Weise zur Fortschaffung gelangen kann. Bei der grossen Menge der Schmutzwässer können hierfür nur Gruben und fahrbare Tonnen in Betracht kommen. Für die Construction der Schmutzwassergruben und Tonnen haben dieselben Grundsätze Anwendung zu finden, wie bei den Behältern für Abortstoffe.

Grösse der Schmutzwassergruben.

Für die Grösse der Schmutzwassergruben ist massgebend, dass die Schmutzwässer eines Hauses mindestens das 20fache der menschlichen Auswurfstoffe betragen, dass also entweder die Schmutzwassergruben, bei gleichen Entleerungszeiten wie bei den Abtrittsgruben, 20 mal so gross als letztere sein müssen, oder bei gleicher Grösse mit diesen, 20 mal öfter im selben Zeitraum entleert werden müssten. Es empfiehlt sich, die Grössen der Schmutzwassergruben unter Voraussetzung vierteljährlicher Entleerung mit je 2,50 cbm Fassungsraum für den Kopf zu bemessen. —

Grösse der Tonnen.

Der Fassungsraum der auf Wagen gebauten Schmutzwassertonnen ist bei wöchentlicher Abfuhr auf etwa 0,25 cbm für die Person anzunehmen.

Einleitung des Schmutzwassers in die Gruben und Tonnen.

Das Schmutzwasser wird in die Schmutzwassergrube oder in die Tonne durch Vermittlung von Ausgussbecken, welche am unteren Ende mit je einem Syphon als Wasserverschluss versehen sind und mit der Schmutzwassergrube bezw. der Tonne durch eine Rohrleitung in Verbindung stehen, eingeführt.

Ventilation.

Es erscheint hierbei nothwendig, das Zuleitungsrohr nicht auf den Boden der Schmutzwassergrube, sondern über deren höchsten Wasserspiegel einmünden zu lassen und dasselbe, behufs Ventilation

sowohl der Grube als auch der Leitung, über Dach zu verlängern und dort offen ausmünden zu lassen. —

Um die im Schmutzwasser enthaltenen Sand- und Fettmengen, welche je nach den örtlichen Verhältnissen auf ein bedeutendes Mass anwachsen können, von der Grube zurückzuhalten, werden in die Zuleitung nicht selten sogenannte Sand- und Fettfänge eingeschaltet. Dies empfiehlt sich, weil einerseits durch das Fett die Leitungen leicht verstopft werden und andererseits durch den Sand die Grubenentleerung erschwert wird, während die Reinigung der Sand- und Fettfänge verhältnissmässig einfach und billig ist. Letztere werden an anderer Stelle noch genauer beschrieben. Zurückhaltung von Fett und Sand.

Bei nicht stark bewohnten Häusern genügt es im Allgemeinen zur Noth, wenn in den Höfen je eine Ausgussstelle für Schmutzwasser vorhanden ist. — Ausgussstellen.

Da aber in den Küchen und Waschküchen das meiste Schmutzwasser erzeugt wird, so erscheint es erwünscht, in jede Küche und Waschküche einen Ausguss mit Wasserverschluss anzubringen (Küchenausguss, Wasserstein, Schütt- oder Gossenstein). Hierbei ist es für die Waschküchen, wenn bei der Tiefenlage der Schmutzwassergruben angängig, empfehlenswerth, die Ausgussstellen am tiefsten Punkt der wasserdicht herzustellenden Bodenfläche anzuordnen. Derartige Bodenabläufe werden Sinkkasten genannt, weil sie meist so eingerichtet sind, dass die gröberen Sinkstoffe durch sie zurückgehalten werden können. Auch diese Sinkkasten werden späterhin noch beschrieben werden.

Das in den Häusern verbrauchte Badewasser ist entweder in die Ausgussbecken zu schütten und so der Schmutzwassergrube zuzuführen, oder die Badewannen sind durch eine besondere mit Syphonverschluss versehene Zweigleitung nach der zur Grube führenden Schmutzwasserleitung zu entwässern. Es muss hierbei bemerkt werden, dass durch den Gebrauch von Bädern im Hause die Schmutzwassermenge so vergrössert wird, dass es kaum mehr möglich ist, das Abwasser in Gruben zu sammeln und aus diesen fortzuschaffen. Hieraus ergiebt sich, dass überall da, wo Schmutzwassergruben erforderlich sind, der Gebrauch von Hausbädern sehr beschränkt werden muss.

c. Sammlung der festen Hausabfallstoffe.

Die festen Hausabfallstoffe, wie Küchenabfälle, Asche und Kehricht, sind entweder in Gruben oder in Tonnen bis zu ihrer Beseitigung zu sammeln.

Kehricht-gruben. Die Kehrichtgruben sind, gleichwie die Abort- und Schmutzwassergruben, vollkommen wasserdicht herzustellen. Eine Ueberwölbung derselben ist aber unzweckmässig, weil ihre Entleerung mittelst Schaufel erfolgen muss und daher die ganze Grundfläche hierbei freigelegt werden muss. Sie sind desshalb am besten mit auf Rahmen liegenden, dicht schliessenden, eisernen Deckeln zu versehen. Selbstverständlich ist ihre Abdeckung in den Hofflächen so anzulegen, dass das Regenwasser allseitig abgehendes Gefälle vorfindet und sich somit nicht über der Grubenabdeckung ansammelt oder in die Grube eindringt.

Kehricht- (Müll-) Gruben sollten mindestens alle drei Monate entleert werden. Ihr Fassungsraum ist etwa halb so gross wie derjenige der Abtrittsgruben anzunehmen, da bei der gleichen Bevölkerung gewöhnlich nur halb so viel Kehricht als Excremente entsteht. —

Kehricht-tonnen. Die Kehrichttonnen sind in Grössen von 75—150 l Fassungsraum herzustellen. Sie sollten verschliessbare, oder doch dichtschliessende aber leicht abnehmbare Deckel besitzen und wegen der, durch die oft noch glühend eingebrachte Asche bedingten Feuersgefahr möglichst aus feuersicherem Materiale bestehen. Cylindrische Gefässe aus Eisenblech, sowie mit Blech ausgekleidete Holztonnen oder Holzkasten sind daher als Hausabfallbehälter besonders zu empfehlen. Vielfach sind als Kehrichtbehälter halbe Petroleum-Fässer mit Holzdeckeln in Gebrauch. Dieselben haben sich im Allgemeinen bewährt, obgleich sie nicht allen berechtigten Ansprüchen genügen. Immerhin sind sie als Kehrichtbehälter geeigneter, als die gleichfalls oft verwendeten gewöhnlichen Holzkisten.

Standort der Kehricht-behälter. Die Kehrichtbehälter finden in den Gebäudehöfen ihren Standort. Der Kehricht ist demgemäss, abgesehen vom Hofkehricht, von den Wohnungen nach dem Hofe zu tragen, um ihn dem Behälter übergeben zu können. Dies muss aber als ein Missstand bezeichnet werden, obgleich es die allgemeine Regel bildet. Auf dem Wege von den Wohnungen zum Hof wird der Kehricht einerseits leicht wieder verstäubt, während andererseits die Unbequemlichkeit seines Transports keinen günstigen Einfluss auf die Häufigkeit der Reinigungsvornahmen ausübt.

Kehricht-fallröhren. Gleichwie die Fäcalien und die Küchenabwässer durch besondere Fallröhren nach ihren Sammelstätten geleitet werden, sollten daher auch die Kehricht- und sonstigen Hausabfallmassen durch ein eigenes Fallrohr nach den Kehrichtbehältern befördert werden. Derartige Einrichtungen sind in England und Amerika ziemlich häufig ausgeführt, während sie in Deutschland erst vereinzelt angeordnet sind. Die Kehrichtfallröhren (Kehrichtschlote) können sowohl in als

ausser dem Hause angebracht werden. Sie bestehen aus Gusseisen, sind innen und aussen asphaltirt und besitzen eine Wandstärke von 6—10 mm sowie eine lichte Weite von 180—250 mm. Behufs ihrer Entlüftung sind die Röhren in freier Ausmündung über Dach zu führen und dort mit einem Schutzhut zu versehen. In den einzelnen Küchen oder Gängen sind Einwurfbecken oder Trichter anzubringen, welche mit dem Fallrohr in schräger Richtung durch ein Abzweigrohr verbunden sind. Das Abzweigrohr erhält zweckmässig eine um 50 mm geringere Weite als das Fallrohr, damit in letzterem Verstopfungen vermieden werden, welche nicht so leicht zu beseitigen wären, als solche im Zweigrohr. Die Einfalltrichter erhalten am zweckmässigsten eine rechteckige oder ovale Form von etwa 400 mm lichtem Längen- und etwa 250 mm ebensolchem Breitenmaass. Sie müssen einen dicht schliessenden eisernen oder hölzernen Deckel erhalten. Es ist vortheilhaft, wenn die Innenfläche dieser Trichter emaillirt ist.

Mündet das Kehrichtfallrohr in eine Kehrichtgrube ein, so darf dieselbe nicht in den nutzbaren Raum der Grube hineinragen, weil die Kehrichtmassen, sobald sie einmal an der Ausmündung anstehen, weiteren eingebrachten Abfällen den Weg verlegen. —

Sind Kehrichttonnen im Gebrauche, so sind sie mittelst leicht lösbarer Verbindung an das Fallrohr luftdicht anzuschliessen, damit beim Einfallen des Kehrichts in die Tonne keinerlei Staub in den Hof- oder Tonnenraum austreten kann.

Behufs Verbringung des Kehrichts, welcher sich in dem Hofraum selbst ergiebt, muss im Anschluss an das Fallrohr auch im Hofe ein Einfalltrichter in höchstens 0,90 m Höhe vom Boden angebracht werden. —

Die mit Fallrohr versehenen Gruben sind mit Rücksicht darauf, dass die Lagerung des einfallenden Kehrichts in geordneter Weise vor sich gehen muss, mehr tief als breit zu machen, oder nach dem Fallrohr hin entsprechend zu verengen. —

Vorzüge der Kehrichttonnen vor den Kehrichtgruben.

Die Kehrichttonnen sind den Gruben entschieden vorzuziehen. Die Hausabfälle, welche in frischem Zustand fast keinerlei Geruch von sich geben, finden bei ihrer Aufbewahrung in Tonnen, welche mindestens 1–2 mal wöchentlich entleert werden müssen, nicht Zeit, in stinkende Fäulniss oder Gährung überzugehen, während die in Gruben aufbewahrten Abfälle, welche dort in der Regel 1—3 Monate lagern, derartigen Veränderungen ausgesetzt sind, dass die Entleerung der Gruben fast stets mit der Entwicklung sehr belästigender Gerüche und Staubaufwirbelung verbunden ist. —

d. Sammlung von thierischen Abgängen.

α) Dünger- und Jauchegruben.

Die Abfallstoffe der Hausthiere sind in besonderen Gruben unterzubringen und bis zu ihrer landwirthsaftlichen Verwendung als Dünger daselbst aufzubewahren.

Es hat sich als zweckmässig erwiesen, die von den Ställen in einer Ablaufrinne sich ansammelnde Jauche von dieser nach eigenen Jauchegruben zu führen, während die festen Abfälle der Thiere, sowie das verbrauchte Streumaterial, nach den Mist- oder Düngergruben verbracht werden. Nur bei Verwendung von Torfstreu, welche alle Feuchtigkeit begierig aufsaugt, wird eine besondere Ableitung der Jauche unnöthig.

Anforderungen an die Dünger- und Jauchegruben.

Die Dünger- und Jauchegruben müssen vollständig dicht hergestellt werden. Innerhalb der Umfassungsmauern von Wohngebäuden verbietet sich selbstverständlich ihre Anlage. In kleineren Höfen, etwa bis zu 120 qm Fläche, sollten Düngergruben überhaupt nicht angelegt werden. In mittelgrossen Höfen, etwa bis zu 500 qm Fläche, sollten sie stets mit Eisenplatten abgedeckt, oder wenn thunlich, überwölbt sein. Nie sollte die Fläche einer Düngergrube mehr als höchstens $^1/_{10}$, noch besser $^1/_{15}$ der Hoffläche betragen und stets sind die Düngergruben so anzulegen, dass ihnen keinerlei Regenwasser zufliessen kann.

Ueberläufe von Düngergruben nach Strassenrinnen oder Wasserläufen sind streng zu verbieten. Von Brunnen, sowie Fenstern bewohnter Räume sind die Dünger- und Jauchegruben in der Regel mindestens 5 m entfernt anzulegen. Mit den Hausmauern dürfen die Grubenmauern keinesfalls in feste Verbindung gebracht werden, ein Zwischenraum von mindestens 1 m ist inne zu halten. —

Die Jauchegruben sind in gleicher Construction wie die Schmutzwassergruben herzustellen. Ein Zulaufkanal von der Düngergrube her, welcher die dort absickernde Jauche zuführt, ist als zweckentsprechend und zulässig zu erachten.

Entleerung.

Die Entleerung der Dünger- und Jauchegruben hat in möglichst kurzen Zwischenräumen und mindestens jährlich viermal zu geschehen. —

Grössenbemessung.

Für die Bemessung der Grösse der Düngergruben dient als Anhaltspunkt, dass auf ein Stück Grossvieh im Tage einschliesslich der Streu sich 0,04 cbm Dung ergeben. Die hiervon in Abzug zu bringende Jauchemenge beträgt etwa 4 l im Tage. —

Offene Düngerstätten.

In grösseren Gehöften landwirthschaftlicher Betriebe sind offene

Düngerstätten zuzulassen. Jede derselben muss aber einen wasserdicht gepflasterten, gemauerten oder betonierten Boden erhalten und mit Umfassungsmauern, welche über das Hofterrain um mindestens 30 cm hervorragen, mit Ausnahme der Einfahrtsrampen allseitig umschlossen sein. Die zur Dungstätte führende Einfahrtsrampe ist so anzulegen, dass sie nach dieser hin aufsteigt und erst einige Meter von derselben nach deren Boden abfällt, so dass sie einen sanft geneigten Damm bildet, über welche weder Jauche nach dem Hofterrain ausfliessen, noch Niederschlagswasser vom Hofterrain in die Grube in unbeabsichtigter Weise fliessen kann. —

Düngerstätten ausserhalb des Bebauungsbereiches.

Ausserhalb des Bebauungsbereiches von Ortschaften können Düngerstätten ohne besondere Maassnahmen gegen Bodenverunreinigungen angelegt werden, sofern sie von diesem Bereiche mindestens 300 m und von öffentlichen Verkehrsflächen mindestens 50 m entfernt sind.

Fernere Voraussetzung ist hierbei, dass die Düngerlagerung nicht in Mulden und Niederungen, also auf solchem Terrain geschieht, in welchem die Brunnen speisenden Grundwasserzüge meist nur wenige Meter von der Oberfläche sich befinden.

β) Composthaufen.

Durch Sammlung der menschlichen Excremente, des Viehdüngers, der Hausabfälle, der Pflanzenreste u. s. w. auf einer Düngerstätte wird der Compost- oder Mischdünger geschaffen.

Anlage der Composthaufen.

Die einzelnen Abfallstoffe werden zu der Sammelstelle unmittelbar oder nach zeitweiser Lagerung befördert und alsdann in Lagen abwechselungsweise aufeinander gebracht, so dass beim Durchfaulen der ganzen Masse nach und nach eine ziemlich gleichmässige Mischung entsteht. Die entstehenden Fäulnissgase werden hierbei zum Theil durch die mineralischen Bestandtheile des Kehrichts und durch die vorhandene Asche gebunden.

Sehr häufig wird bei der Compostierung noch Erde zugesetzt, wodurch fast vollständige Geruchlosigkeit erreicht werden kann. Betreffs der Lagerung des Compostdüngers sind dieselben Forderungen wie bei offenen Düngerstätten zu stellen. Compostlager bedürfen in der Nähe menschlicher Wohnungen einer vollständig dichten Lagerfläche, so dass Verunreinigungen des Untergrundes ausgeschlossen sind; ausserdem dürfen sie nur in sehr grossen Höfen angelegt werden. Sie eignen sich demgemäss nicht als Mittel zur Sammlung der Abfallstoffe in grösseren Gemeinwesen; dagegen haben sie ihre Berechtigung für Anwesen mit Gärten oder landwirthschaftlich ver-

werthetem Grundbesitz, da sie einen sehr gleichmässigen, wirksamen Dungstoff liefern. —

Fernhaltung der menschlichen und thierischen Excremente von Düngerstätten beim Auftreten von Infectionskrankheiten.

Durch Verbringen der menschlichen Excremente nach den Düngerstätten innerhalb und nächst den menschlichen Ansiedelungen erwächst die Gefahr, dass während der Herrschaft von Infectionskrankheiten, insbesondere von Typhus, Cholera oder Ruhr, Seuchenherde gebildet werden. Das Gleiche kann hinsichtlich der infectiösen Viehkrankheiten durch die Lagerung des Dunges erkrankter Thiere eintreten.

In den meisten Fällen werden ja allerdings die pathogenen Bakterien von den im Dünger enthaltenen Fäulnisskeimen rasch überwuchert; besonders bei Compostierung scheint dieser Vorgang regelmässig und sicher einzutreten. Es ist aber demgegenüber wohl zu beachten, dass von den Düngerstätten aus, vornehmlich von den offenen, viel mehr Gelegenheiten zur Infection möglich sind, als beispielsweise von den Abtrittsgruben. Desshalb sollte in der Regel und wenigstens in Epidemiezeiten das Verbringen der menschlichen Excremente nach den Düngerlagern streng untersagt werden und keinesfalls innerhalb zusammenhängender Häusergruppen geduldet werden.

Es ist ferner, um die Verbreitung von Thierseuchen durch den Dünger zu verhüten, zu verbieten, dass die Abfälle aus Ställen, in welchen ansteckende Krankheiten herrschen, auf die Düngerstätten verbracht werden; dieselben sind vielmehr in den Ställen selbst in Sammelgefässe zu verbringen, mit Kalkmilch zu desinficieren, alltäglich auf das Feld zu verbringen und dort unterzugraben. —

4. Unterbringung der gesammelten Abfallstoffe und unschädliche Beseitigung derselben aus einzelnen Haushaltungen.

Die gesammelten Abfallstoffe sind aus einzelnen Haushaltungen und Anwesen in erster Linie durch Abfuhr fortzuschaffen, auf Aecker und Wiesen unterzubringen, dort als Dungmittel zu verwerthen und dadurch unschädlich zu beseitigen.

a. Entleerung der Abort-, Schmutzwasser- und Jauchegruben.

Die Entleerung der Abort-, Schmutzwasser- und Jauchgruben, sowie die Abfuhr ihres Inhaltes hat bei allen diesen Gruben nach den gleichen Grundsätzen zu erfolgen.

Ausschöpfen.

Die primitivste Entleerungsart, das Ausschöpfen der Grube durch Eimer und das Ausgiessen der Letzteren in die Abfuhrwagen hat so viel Missstände an sich, dass diese Art der Entleerung als unzulässig bezeichnet werden muss. Sie ist stets mit Gestank verbunden.

Bei grösster Vorsicht ist es ausserdem nicht zu verhüten, dass die in der Nähe der Grube befindlichen Bodenflächen mit Grubeninhalt verunreinigt werden, wodurch die Verbreitung von etwaigen Infectionskeimen in hohem Maasse gefördert wird. Das Ausschöpfen der Gruben sollte daher nur ausnahmsweise gestattet werden und auch dann nur für einzelstehende Gehöfte oder für sehr weitläufige Gebäudeansiedelungen, deren Gruben durch die Bauern und Solche, welche den Dung unmittelbar verwenden, entleert werden. Hierbei ist aber die Beobachtung grösster Reinlichkeit zu verordnen und vorzuschreiben, dass nach jeder Entleerung die Bodenflächen nächst der Grube gründlich gesäubert werden. —

Auspumpen mittelst Saug- und Druckpumpen.

Die Entleerung der Grube durch Saug- und Druckpumpen, deren Saugschläuche mit der Grube und deren Druckschläuche mit den Abfuhrwagen in Verbindung stehen, ist schon bedeutend besser als das Ausschöpfen. Es ist hierbei aber der Missstand vorhanden, dass die Pumpentheile durch den hindurchgehenden Inhalt der Gruben, namentlich der Abtrittsgruben, starker Abnützung ausgesetzt sind. Auch der Zeitaufwand für die Entleerung ist, gleichwie beim Ausschöpfen der Grube, ein ziemlich beträchtlicher!

Endlich kann das Auftreten von Gestank nicht mit Sicherheit vermieden werden.

Wenn auch infolge des geringen Gehalts an festen Theilen, welche der Inhalt der Schmutzwasser- und Jauchegruben aufweist, die Pumpentheile bei Entleerung dieser Gruben weniger abgenutzt werden und besonders die Entleerung der Jauchegruben mittelst feststehender sogenannter Jauchepumpen bei Anwesen mit grossen Hofräumen als zulässig erachtet werden muss, so ist doch unter all den bekannt gewordenen Entleerungsarten für sämmtliche Gruben der pneumatischen Entleerung unbedingt der Vorzug gegeben. Durch sie erst wird eine schnelle und nahezu geruchlose Grubenentleerung erreicht. —

Pneumatische Grubenentleerung.

Die Ausführung der pneumatischen Entleerung geschieht wie folgt: Das luftdichte Abfuhrfass wird an seinem unteren Ende durch eine Schlauchleitung, welche mit einem Saugkorb im Saugloch der Grube endigt, mit letzterer verbunden. Das obere Ende des Fasses ist durch einen Schlauch mit einer Luftpumpe, welche entweder von Hand oder maschinell betrieben wird, in Verbindung. Die Luft des Abfuhrfasses wird durch die Luftpumpe abgesaugt und durch die hierdurch im Fasse entstehende Luftverdünnung wird der Grubeninhalt durch den Druck der Atmosphäre in das Abfuhrfass befördert. Ein Wasserstandsglas am Fasse zeigt an, wenn dasselbe gefüllt ist, so dass zur rechten Zeit die Luftpumpe ausser Betrieb gesetzt und

das Eindringen von Gruheninhalt in dieselbe vermieden werden kann. Die von der Luftpumpe geförderte Luft, welche mit Grubengasen vermischt ist, wird durch ein Kohlen- oder Coaksfeuer geleitet, bevor sie in die Atmosphäre übergeht, so dass sie durch Verbrennung geruchlos wird.

Grubendesinfection. Zu Zeiten von Epidemien muss der Inhalt der Abort- und Schmutzwassergruben einer Desinfection, am besten durch Kalkmilch, unterworfen werden. Die Desinfection der Jauchegruben ist bei herrschenden Thierseuchen vorzuschreiben. Die Entleerungen sind hierbei nicht in kürzeren Zwischenräumen als sonst nöthig vorzunehmen. —

Beschaffenheit der Entleerungswagen. Die Abfuhrwagen sollten stets, wie dies bei der pneumatischen Entleerung ohnehin geboten erscheint, geschlossene Tonnenwagen sein, die Herstellung derselben in Eisen sollte die Regel bilden.

Behandlung des Bodensatzes der Gruben. Fast bei jeder Entleerung und zwar sowohl der Abort- und Schmutzwassergruben, als auch der Jauchegruben, bleibt in denselben ein mehr oder weniger dicker Bodensatz zurück, welcher wohl häufig durch Verdünnung mit Wasser pumpfähig gemacht werden kann, aber auch in vielen Fällen nur durch Handarbeit mittelst Eimer entfernt werden muss. Hierbei empfiehlt sich die Desodorisierung der Grube durch Eisenvitriol. Der Bodensatz selbst ist sofort in Fässer mit dicht schliessenden Deckeln zu verbringen und abzufahren. —

Entleerungsfristen. Die Entleerung sämmtlicher genannter Gruben sollte mindestens zweimal im Jahre, noch besser vierteljährlich geschehen. Bei den Schmutzwassergruben ist man meistens ohnehin gezwungen, in noch kürzeren Zwischenräumen mit Rücksicht auf die grosse Menge des erzeugten Schmutzwassers zu entleeren. —

Die Räumung jeder Grube hat stets vollständig zu erfolgen, ausserdem sind die Gruben einschliesslich ihrer Einsteigeöffnung nach jeder Entleerung mit Wasser rein auszuspülen, so dass sie auf ihren baulichen Zustand untersucht werden können. Hierbei ist insbesondere auf etwaige Risse und undichte Stellen das Augenmerk zu richten. Die erforderlichen Ausbesserungen sind sofort vorzunehmen.

b. Entleerung der Müll- und Dunggruben.

Art der Räumung. Die Entleerung der Müll- und Dunggruben kann nur manuell entweder mittelst Schaufel oder, wie meistens bei den Dunggruben, unter Zuhülfenahme der Mistgabel geschehen. —

Zu beachtende Grundsätze bei der Räumung. Es ist hierbei sehr darauf zu achten, dass jedes Verstreuen des Grubeninhalts vermieden wird und es ist desshalb erforderlich, dass die Abfuhrwagen stets bis dicht an die Gruben gefahren werden können. Alle diejenigen Gruben, deren Lage dies nicht gestattet, sollten un-

bedingt verboten werden, da bei stattfindendem Zwischentransport zum Abfuhrwagen die erforderliche Reinlichkeit nicht erzielt werden kann. Die Müllgruben sind bei jeder Räumung, die Dunggruben mindestens im Jahre einmal vollständig bodenrein zu entleeren, damit die bauliche Beschaffenheit und besonders die Dichtigkeit der Anlage geprüft werden kann.

Die Abfuhrwagen für den Kehricht sind in geschlossener Bauart herzustellen, so dass jedes Verstäuben während des Transportes vermieden wird. Um das Ein- und Ausbringen zu erleichtern, werden die Wagen zweckmässig mit aufklappbaren Deckeln versehen. Bauart der Abfuhrwagen.

Auch für die Abfuhr des Düngers sind gedeckte Wagen erwünscht, jedoch nicht unumgängig nothwendig, da der meist feuchte Dung nicht verstaubt. Selbstverständlich ist der Dung aber so zu laden, dass Fahrerschütterungen nicht im Stande sind, ein Herabfallen desselben vom Wagen zu bewirken. Abfuhr des Viehdüngers.

Die einzelnen Theile der Abfuhrwagen müssen so dicht aneinander gefügt sein, dass ein Durchrieseln oder Durchfallen von Kehricht oder Dungtheilchen unmöglich ist. Wird Compostdünger abgefahren, so ist zu beachten, dass derselbe betreffs seiner Verstäubbarkeit etwa die Mitte zwischen Müll und gewöhnlichem Dung hält und dass daher, falls er wie Dung vorwiegend im offenen Wagen gefahren wird, eine Tuchabdeckung empfehlenswerth ist, um während des Transportes Luft- und Bodenverunreinigungen durch Compostabfälle zu vermeiden. Ausfuhr des Compostdüngers.

c. Unschädliche Beseitigung der Abfallstoffe.

Das einzige zweckmässige Mittel für die Unterbringung und Unschädlichmachung der aus Sammelbehältern entnommenen und abzufahrenden Schmutzstoffe einzelner Wohnstätten besteht darin, diese Stoffe in nutzbringender Art dem Kreislauf der Natur wieder zuzuführen, indem sie dem Boden und der aus ihm sprossenden Pflanzenwelt gewissermassen zur Verdauung übergeben werden. Unschädlichmachung der Schmutzstoffe durch die reinigende Kraft des Bodens und der Vegetation.

Hierbei können die Abfallstoffe bloss mit dem Boden vermischt und in demselben vergraben werden, wobei die Unschädlichmachung der Stoffe durch die reinigende Kraft des Bodens infolge Filtration und Oxydation eintritt, ohne dass eine unmittelbare, planmässige, wirthschaftliche Verwendung der gebildeten salpetersauren Salze und der sich ansammelnden kali- und phosphorhaltigen Körper stattfindet. Einverleibung in den Boden allein.

Andererseits aber können die Abfallstoffe auch der gemeinsamen reinigenden und consumierenden Thätigkeit des Bodens und seiner Uebergabe der Abfallstoffe an den

Boden als Dungmittel. Vegetation übergeben werden, d. h. als Dungmittel zur planmässigen landwirthschaftlichen Verwendung gelangen. Dieses Verfahren bildet ganz allgemein für Kulturländer nahezu den alleinigen rationellen Weg für die unschädliche Beseitigung der Abfallstoffe; denn nur hierbei gelangen dieselben rasch und nutzbringend, ohne unzulässige Boden- und Wasserverunreinigungen hervorzurufen, in den natürlichen Kreislauf zurück. Wohl können wir durch Verbrennen uns eines grossen Theils der Abfallstoffe gefahrlos entledigen; allein die Verbrennung erweist sich für einzelne Haushaltungen und auch für kleinere Gemeinwesen schon aus finanziellen Gründen nicht durchführbar. —

Es ist desshalb im Nachfolgenden in erster Linie die Verwendung der aus einzelnen Haushaltungen kommenden Abfallstoffe als Dungmittel in Betracht gezogen.

a) Verbleib des Grubeninhaltes. — Abort-, Jauche- und Schmutzwassergruben. —

Verbringen des Grubeninhaltes auf die Felder.

Der Inhalt der Abort-, Jauche- und Schmutzwassergruben wird sofort auf Aecker oder Wiesen gefahren und über deren Oberfläche ausgegossen. Zu diesem Zwecke sind die Gefässe der Abfuhrwagen an ihrem hinteren unteren Ende mit einem Ablassschieber versehen, an welchem für die ausströmende Flüssigkeit eine Vertheilvorrichtung, meist in Form einer einfachen schaufelförmigen Platte angebracht ist.

In der Nähe von menschlichen Wohnungen ist das Aufbringen der flüssigen Abfallstoffe mit Rücksicht auf den hierbei entstehenden Geruch nur unter besonderen Bedingungen statthaft. Als solche sind zu nennen: die Beschränkung des Düngens auf die kältere Jahreszeit, etwa vom 1. October bis 1. Mai, sofortiges Umackern des Feldes und allenfalls vorherige Geruchlosmachung des Düngers oder doch Abstumpfung des Geruches bei dessen Entnahme aus den Sammelstätten durch Zugabe von desodorisierenden Mitteln, insbesonders Eisenvitriol. —

Düngezeiten.

Der Landwirth kann nicht zu jeder Zeit seine Felder düngen oder die Düngung derselben unterlassen. Wenn die Pflanzen im Wachsthum sich befinden, besonders kurz vor der Ernte, darf kein Dung auf die Felder aufgebracht werden. Die Hauptdüngezeit ist daher in der Regel im Herbst und Frühjahr und allenfalls auch im Winter. Die Entleerungstermine der Gruben wären daher thunlichst in diese Zeit zu verlegen.

Bei den Schmutzwassergruben ist dies in den meisten Fällen

schwierig, da dieselben bei jährlich nur zweimaliger Entleerung sehr grosse Dimensionen erhalten müssen. Ohnehin ist es ja richtiger und zweckmässiger, dass sie etwa allmonatlich entleert werden, wodurch auch der hygienischen Forderung der möglichst raschen Fortschaffung aller Schmutzstoffe aus dem Hause mehr Genüge geleistet wird. Und so bleibt denn nichts anderes übrig, als an einem höher gelegenen Punkte im Felde ein in Erde ausgegrabenes oder von Erde umgebenes Sammelbecken anzulegen, in welches das Schmutzwasser zunächst zu verbringen ist. Hierbei kann die Anordnung getroffen werden, dass von derartigen Schmutzwasserbehältern aus, sofern sich Wiesen in der Nähe derselben befinden, Bewässerungsgräben nach denselben angelegt werden, durch welche in geeigneten Zeiten die Wiesenflächen mit Schmutzwasser überrieselt werden können. —

Sammelbecken für Schmutzwasser.

Bewässerung von den Sammelbecken aus.

Lässt sich eine Bewässerung nicht einrichten, so erübrigt nur, ein derartiges Becken als Sammelstelle für das Schmutzwasser einzurichten, von welcher nach Bedarf durch Jauchefässer Schmutzwasser vermittelst einfacher Jauchepumpen zur Begiessung der Felder entnommen wird. Für das verbleibende Schmutzwasser hat das Becken als Einstaubassin in der Weise zu dienen, dass jenes in den Boden versickert und so der reinigenden Wirkung desselben ausgesetzt wird.

Sammelbecken als Abgabestellen von Schmutzwasser.

Bei kleineren Staugruben wird die Porosität des Bodens und der Seitenwände in den meisten Fällen für die Versickerung ausreichend sein. Wo dies nicht der Fall, oder bei grösseren Anlagen, erscheint es zweckmässig, das Ueberlaufwasser der Schmutzwasserbecken durch unterirdische Sickerungen, am besten durch Drainageröhren im Boden zur Vertheilung zu bringen, wodurch die ersten Anfänge zu der sogenannten Untergrundberieselung gegeben sind.

Sammelbecken als Einstaubassins.

Untergrundberieselung.

Der in den Schmutzwasserbassins sich absetzende Schlamm wird zu geeigneter Zeit ausgebaggert oder ausgestochen und zur Ackerdüngung verwendet. Es empfiehlt sich, um zu diesem Zwecke das Becken zeitweilig ausser Betrieb setzen zu können, neben diesem noch eine zweite kleinere Reservegrube anzulegen.

Schlammverwendung.

Bei der Platzwahl der Schmutzwasserbecken ist mit grosser Vorsicht zu verfahren. Wenn irgend möglich, sollten sie, soweit sie nur für einzelne Häuser zu dienen haben, mindestens 500 m und sofern sie das Schmutzwasser mehrerer Häuser, von etwa über 100 Menschen an, aufzunehmen haben, mindestens 1000 m von jeder menschlichen Wohnung entfernt angelegt werden. Die Untergrundsverhältnisse des zur Anlage vorgesehenen Platzes und seiner Umgebung sind genau zu untersuchen; hauptsächlich hat man sich hierbei zu vergewissern, dass jede Grundwasserverunreinigung ausgeschlossen

Platzwahl für die Sammelbecken.

12*

ist, oder wenn dies nicht möglich, in einer Entfernung von mindestens 300 m keine Wasserentnahmestelle sich befindet. Diese Entfernung muss um so grösser angenommen werden, je mehr Schmutzwasser der Grube zur Aufbewahrung übergeben wird und demgemäss zur Versickerung gelangt und je grobkörniger, also je weniger gründlich filtrierend die grundwasserführende Schicht ist. Bei grösseren Anlagen wird in vielen Fällen eine besondere Ableitung des in den Boden oberirdisch versickernden oder durch unterirdische Sickerungsanlagen in den Boden vertheilten Wassers durch eine Drainage nothwendig werden. Es geht hierdurch die Verarbeitung der im Schmutzwasser enthaltenen unreinen Stoffe durch den Boden schneller vor sich und der Boden selbst behält seine reinigende Kraft und wird vor Versumpfung bewahrt.

β) Verbleib des Tonneninhalts.

Zur Abfuhr und unschädlichen Unterbringung der Excremente bei Tonnensystemen ist Nachfolgendes zu bemerken:

Art der Abfuhr.

Die Abfuhr geschieht in einfachster Weise ohne Apparate durch Abholen der Tonnen vermittelst entsprechender Abfuhrwagen. Dieselben sind so eingerichtet, dass sie entweder mehrere Häuser bedienen und demgemässs eine Anzahl von Tonnen aufnehmen können, oder die Abfuhr wird bei einzelnen Anwesen durch Abfuhrkarren — Handfahrzeuge — bewerkstelligt, welche nur eine oder zwei Tonnen fassen. Der Inhalt der Tonnen wird auf dem Felde oder in Gärten unmittelbar zum Düngen verwendet.

Da indess, wie erwähnt, eine derartige, jederzeitige Düngung nicht thunlich ist, andererseits aber die Aborttonnen wöchentlich 1—2 Mal abzufahren sind, so ist es gleichwie bei Schmutzwasser auch für die unschädliche Unterbringung des Tonneninhaltes nöthig, dass Düngersammelstellen angelegt werden.

Düngersammelstellen.

Für ein einzelnes Anwesen wird es zwar unter günstigen Verhältnissen, beispielsweise wenn grössere Gärten zu demselben gehören, möglich, den gesammten Tonneninhalt nebst dem sich ergebenden Schmutzwasser und den anderen Abfallstoffen als Dünger jederzeit unschädlich unterzubringen; allein solche Verhältnisse sind immerhin als Ausnahmen zu betrachten, welche kaum eintreten, wenn es sich um die Beseitigung der Abfallstoffe mehrerer Anwesen handelt.

Einrichtung der Düngersammelstellen.

Die Düngersammelstellen, welche zur Aufnahme von Tonneninhalt bestimmt sind, bestehen zweckmässig aus einer gemauerten Sammelgrube mit etwa $^1/_5$—$^1/_2$ cbm nutzbarem Inhalt für jeden Kopf der an der Sammelgrube theilhabenden Haushaltungen. Die Tonnen

werden in einen trichterförmigen Schacht, welcher mit der Grube durch eine kurze Fallrohrleitung verbunden ist, entleert. Die Entnahme des Düngers aus der Grube geschieht durch eine feststehende Jauchepumpe. Es empfiehlt sich, derartige Sammelgruben zu überwölben und zu ventilieren. Wenn die Gruben offen bleiben, sind sie den Unbilden der Witterung ausgesetzt und der Inhalt erfährt durch das aufschlagende Regenwasser eine unliebsame Verdünnung. Der Geruch indess, der den offenen Gruben entsteigt, ist viel unbedeutender. als man sich vorstellt, und wird bei geeigneter Platzwahl des Sammelbehälters nicht missständig empfunden. Die Düngerdepots sind nothwendige Ergänzungseinrichtungen für die Tonnensysteme.

γ) Verbleib der Excremente aus Torfmullstreuclosets.

Die Abfuhr des Inhalts der Torfmullstreugruben gestaltet sich im Allgemeinen recht einfach, da es sich um eine der Gartenerde ähnliche und nahezu geruchlose Masse handelt. Dieselbe wird aus den Gruben mittelst Schaufel und Gabel ausgehoben und in die Abfuhrwagen gebracht. Letztere sind gewöhnliche dichte Kastenwagen, welche aber, ähnlich wie die Kehrichtabfuhrwagen, mit Deckel versehen sein sollten. — Wo Torfmulltonnen in Anwendung sind, werden dieselben, wie die übrigen Abtrittstonnen, ohne Umladung ihres Inhalts abgefahren. Während aber der Torfmulldünger aus Gruben in den meisten Fällen sofortige Verwendung auf dem Felde finden kann, weil man in der Lage ist, die Ausfuhrzeit der Düngezeit anzupassen, müssen bei Torfmulltonnensystemen auf dem Felde wieder Düngersammelstellen errichtet werden. Dieselben sind jedoch sehr einfach herzustellen, da im Torfmulldünger alle Flüssigkeit aufgesaugt ist. Es genügt, wenn der Inhalt der Torfmulltonnen durch Anlage eines Düngerhaufens in regelmässigen Abgrenzungen bis zum Gebrauche aufgespeichert wird. Der Boden unter dem Düngerhaufen wird etwa $^1/_3$—$^1/_2$ m tief ausgehoben, damit die etwa doch noch absickernde Jauche sich darin sammeln kann. Der ausgehobene Grund ist zur Deckung des Düngers zu verwenden, um das Auswaschen der in diesem enthaltenen wasserlöslichen Pflanzennährstoffe zu verhüten.

Aus Gruben.

Aus Tonnen.

δ) Verbleib des Kehrichts (Mülls).

Die Abfuhr des Kehrichts erfolgt, wie bereits erwähnt, zweckzweckmässig in geschlossenen Kastenwagen, in die der Kehricht, gleichviel ob aus Gruben oder Tonnen, verbracht wird. — Zur unmittelbaren Verwendung als Dungmittel eignet sich aber der Kehricht

Art der Abfuhr.

nicht, da die Pflanzennährstoffe in demselben noch nicht in eine Form übergeführt sind, dass sie von den Pflanzenwurzeln bald aufgenommen werden können. Es ist daher üblich, den Kehricht vor seiner Verwendung als Dünger zu compostieren, so dass also auch für diese Abfallstoffe Sammellager erforderlich sind. Indess können die Kehrichtsammelstätten für einzelne Anwesen oder für eine mässige Anzahl derselben, ähnlich wie die mit Torfmull behandelten Excremente, in einfachster Art eingerichtet werden.

Kehrichtsammellager.

Einrichtung derselben.

Der Kehricht wird zu grösseren Haufen aufgeschichtet, mit Erde überdeckt und dann einige Monate sich selbst überlassen, wobei durch die auftretenden Gährungs- und Fäulnissvorgänge die in ihm enthaltenen Pflanzennährstoffe zum grössten Theil assimilierbar gemacht werden.

Zu geeigneter Zeit wird der gelagerte Kehricht alsdann behufs Düngung von der Sammelstelle abgefahren und auf den Feldern ausgebreitet. —

Auslesen gewisser Gegenstände vom Kehricht.

Es findet bei derartigen kleinen Anlagen eine vorhergehende Sortierung des Kehrichts durch Auslesen von Gegenständen, wie Glas, Porzellan oder Metall, welche für die Düngung werthlos sind, nicht statt, sondern diese Auslese mit darauf folgender gänzlicher Untergrabung oder allenfallsiger theilweiser Verwerthung der abgeschiedenen Stoffe wird dem Landmann auf dem Felde selbst überlassen. Die Ausscheidung wird in einfacher Weise durch Bearbeitung der gedüngten Fläche mit dem Rechen vorgenommen. — Für Anwesengruppen ist es meist vortheilhaft, die verschiedenen äusseren Düngersammelstätten an einer Stelle zu vereinigen, da solche Anlagen immerhin eine gewisse Aufsicht und Verwaltung beanspruchen, welche leichter an einem Orte auszuüben sind. Auch ist dadurch Gelegenheit geboten, den Kehricht mit dem der Sammelstätte anfallenden Gruben- oder Tonneninhalte zum Theil zu compostieren und dadurch denselben als Dungmittel werthvoller zu machen; insbesonders könnte der Inhalt aus Torfmull-Gruben oder -Tonnen mit dem Kehricht vollständig zu Compostdünger verarbeitet und dann an die Interessenten abgegeben werden. — Bei einzelnen ländlichen Gebäuden in freier Lage und mit grossen Hofräumen, sowie bei Gehöften ist es auch als zulässig zu erachten, wenn Dünger- und Kehrichtgruben vereinigt, oder auf einer gemeinsamen im Hofraume befindlichen Düngerstätte untergebracht werden; auch dürften in diesen Fällen keine Bedenken zu erheben sein, wenn bei Einrichtung von Torfmullclosets der Inhalt der Tonnen der gemeinsamen Düngerstätte übergeben wird, von welcher aus die Felder nach Bedarf gedüngt werden. —

Anlage der Düngersammelstätten an einer Stelle.

Es ist aber, wie schon früher erörtert wurde, sorgfältig zu vermeiden, den Inhalt gewöhnlicher Abortgruben auf die nächst den Wohnstätten befindlichen Düngerlager zu verbringen. Letztere liegen dann einerseits noch vollständig innerhalb der eigentlichen Verkehrsfläche, andererseits werden mit ihrem Inhalte bei der Abfuhr auf das Feld weitere Ansiedelungs- und Verkehrsgebiete berührt, weshalb zu Zeiten von Infectionserkrankungen die Krankheitskeime leicht verschleppt und Ansteckungen herbeigeführt werden.

Bei Torfmullfäcalien greifen diese Erwägungen in diesem Maasse deshalb nicht Platz, weil die menschlichen Auswurfstoffe durch Mischung mit Torfmull mit ziemlicher Sicherheit ausreichend desinfiziert werden.

ε) Verbleib des Inhaltes der Düngergruben und offenen Düngerstätten.

Die unschädliche Beseitigung der thierischen Abgänge bereitet am wenigsten Schwierigkeiten, sowohl bei einzelnen Anwesen als selbst in grösseren Gemeinwesen. Der Stalldünger ist als Dünger für Aecker, Wiesen und Gärten so geschätzt, dass er fast überall Handelswerth besitzt und wohl selten der Boden mehr zugeführt erhält, als er verarbeiten kann. Es werden desshalb auch äussere Düngerdepots in der Regel nicht benöthigt. Nur bei grösseren Gütern oder in der Nähe von Ortschaften und Städten kann der Düngervorrath so anwachsen, dass besondere Lagerstellen auf dem Felde erforderlich werden. — Bei der Abfuhr des Düngers ist, wie bei allen anderen Abfallstoffen, für grösste Reinlichkeit Sorge zu tragen. Sofern offene Wagen verwendet werden, sollten, wie schon einmal erwähnt, wenigstens dicht gearbeitete Kastenwagen gewählt werden. Im Uebrigen wird auf das bereits früher Gesagte Bezug genommen.

ζ) Verbleib des Meteorwassers.

Sammlung in Fässern und Cysternen.

Soweit das Meteorwasser, vornehmlich das von den Dächern kommende Regen- und Schneewasser, zu Wasch-, Giess- oder Bewässerungszwecken gebraucht wird, ist dasselbe in Fässern oder Cysternen zu sammeln. Aus Erstern wird es gewöhnlich abgezapft, aus Letztern mittelst Pumpen entnommen.

Geregelte Ableitung.

Alles übrige in den Grundstücken sich sammelnde Regen-, Schnee- oder Eiswasser ist durch gepflasterte Rinnen nach dem nächsten künstlichen oder natürlichen Rinnsal zu leiten, sofern nicht in wasserarmen Gegenden das gesammte Regenwasser nach einem gemauerten Reservoir oder Teich (Brandweiher) geleitet werden muss. In diesem

Falle ist aber streng zu verbieten, das angesammelte Wasser ohne vorherige Reinigung zu anderen als Bewässerungs-, Lösch- oder, im Fall der Noth, zu Waschzwecken zu verwenden.

Künstliche Rinnsale für den Regenwasserabfluss.

Als künstliche Rinnsale, denen das Regenwasser, worunter wir auch alles übrige Meteorwasser einbegreifen, ohne Weiteres zugeführt werden kann, sind unterirdische Canäle, gepflasterte Strassenrinnen, die Strassengräben, die längs den Feldwegen laufenden Abflussgräben (Fluthgräben), sowie die für landwirthschaftliche Zwecke hergestellten Be- und Entwässerungsgräben zu nennen. Von diesen aus fliesst das Wasser auf mittel- oder unmittelbarem Wege den natürlichen Rinnsalen, als Bäche und Flüsse, und etwaigen natürlichen Wasseransammlungen, wie Weihern und Seeen, zu. —

Natürliche Rinnsale.

Das Meteorwasser kann den natürlichen Wasserläufen ohne gesundheitliche Gefahren übergeben werden, sofern strenge Reinlichkeit in Haus und Hof geübt wird.

Es kann nicht gefordert werden, dass das in menschlichen Ansiedelungen niedergehende Meteorwasser, weil es streng genommen als Schmutzwasser zu betrachten ist, vor seinem Einlauf in Bäche oder Flüsse einer Reinigung, etwa einer solchen durch Bodenfiltration oder Berieselung, unterzogen werde und bis zu dem Reinigungsort, wie das Hausschmutzwasser, entweder in wasserdichten Behältern oder Canälen zu transportieren sei. Ein solches Verlangen hiesse einerseits die Gefahr der durch Regenwasser möglichen Bodenverunreinigung überschätzen und andererseits einen aussichtslosen Kampf gegen bestehende natürliche Einrichtungen unternehmen. Man darf nicht vergessen, dass jeder Boden ein gewisses Maass von Schmutztoffen gefahrlos zu verarbeiten vermag, und dass in der Natur selbst die Wasserläufe zur schliesslichen Aufnahme der durch Regenwasser angeschwemmten Stoffe benutzt werden und jeder Bach und jeder Fluss, welcher nach starken Regenfällen durch die ihnen zugeführten Schlammstoffe getrübt und verunreinigt erscheint, meist nach kurzer Zeit wieder sein früheres Aussehen und seine gewöhnliche Reinheit gewinnt.

Dagegen ist dafür grösste Sorge zu tragen, dass das auf menschlichen Wohnstätten niederfallende und von denselben abfliessende Regenwasser so wenig als möglich unreine Stoffe abzuführen im Stande ist. Dieses Ziel wird erreicht durch Sammlung aller Schmutzstoffe an den dafür bestimmten Orten und gewissenhafte Reinhaltung der Hof- und aller sonstigen zu einem Hause gehörigen Flächen, welche zufälligen Verunreinigungen ausgesetzt sind. (Strassen und Wegflächen, freie Vorplätze u. s. w.)

Sickergruben für Meteorwässer.

Hier und da ist es schwierig, ja unmöglich, dem Wasser einen freien Abfluss zu verschaffen. In solchen Fällen muss entweder ein Wasserabzug durch Canäle bewirkt werden, oder das einfallende Regenwasser ist zur Versickerung zu bringen. Letzteres geschieht

durch sogenannte Sickergruben. Es sind dies mit Steinen und Kies ausgefüllte Erdausschachtungen, die bis zu einer Wasser aufnehmenden Erdschicht reichen und welchen das Wasser zugeleitet wird. Da durch solche Versickerungsgruben dem Boden stets an der gleichen Stelle und auf beschränktem Raume das Meteorwasser zugeführt wird, so können unzulässige Bodenverunreinigungen viel schneller als in anderen Fällen eintreten. Sickergruben sind daher immer nur ausnahmsweise zu gestatten. Sie sollten in der Nähe von Wohnstätten nur zugelassen werden, wenn auf keinem anderen auskömmlichen Wege für die Regenwasserableitung gesorgt werden kann. Hierbei ist aber darauf zu sehen, dass alle Einrichtungen für Sammlung und Beseitigung der sämmtlichen im Hause sich ergebenden Schmutzstoffe vorhanden sind, und ausserdem in der Nähe der Sickergruben kein Brunnen sich befindet. Die Forderung einer diesbezüglichen Mindestentfernung von 15 m dürfte hierbei angezeigt erscheinen.

η) Verbleib der flüssigen Abfallstoffe, wenn dieselben gemeinschaftlich mit dem Regenwasser abgeleitet werden.

Die gegenüber der Beseitigung der Abfallstoffe mühelose und einfache Art der Entfernung des Regenwassers durch natürlichen Abfluss hat dazu geführt, die flüssigen Schmutzstoffe den für das Regenwasser bestimmten Wegen zur Ableitung zu übergeben. —

Ableitung des Schmutzwassers durch die für das Regenwasser bestimmten oberirdischen Abflusseinrichtungen.

Das Bedürfniss zur Ableitung im Gegensatz zur Abfuhr tritt insbesondere für das Schmutzwasser auf, welches ja in so grossen Mengen entsteht, dass dessen Sammlung in Gruben und Beseitigung durch Abfuhr ziemlich umständlich und kostspielig sich gestaltet.

Es ist aber klar, dass gemeinsame, oberirdische Ableitungen nur unter solchen Bedingungen stattfinden dürfen, durch deren Beachtung Bodenverunreinigungen oder üble Gerüche in der Nähe der menschlichen Wohnungen vermieden werden.

Forderungen, an die gemeinschaftliche Ableitung von Regen- u. Schmutzwasser.

Es ist deshalb bei Anlage gemeinschaftlicher Regen- und Schmutzwasserableitungen folgenden Forderungen zu genügen: Die Abflussrinnen müssen sowohl innerhalb der Anwesen, als auch in der Nähe derselben wasserdicht hergestellt sein. Sie sind daher mindestens zu pflastern und sollten die Pflasterfugen mit Pech oder Cement ausgefüllt werden. Ferner sind die Abflussrinnen regelmässig zu reinigen und öfter mit Wasser auszuspülen. —

Unschädliche Unterbringung des gemeinsam abfliessenden

Das gemeinschaftlich abfliessende Regen- und Schmutzwasser ist unschädlich unterzubringen, entweder durch Wässerung von Wiesen und Feldern; vermittelst Versickerung in den Untergrund durch aus-

Regen- und Schmutzwassers.

reichend mächtige Bodenschichten nach dem Grundwasser oder nach Bach- und Flussleitungen, oder endlich unter gewissen Voraussetzungen durch unmittelbare Einmündung in öffentliche Wasserläufe.

Bewässerung.

Die Bewässerung (Berieselung) durch Schmutz- und Regenwasser ist, wo sich Gelegenheit hierzu findet, unbedingt allen anderen Unterbringungsarten wegen der Einfachheit und Billigkeit der hierzu erforderlichen Vorkehrungen, sowie wegen der unbedingten Sicherheit in Bezug auf die vollständig unschädliche Verarbeitung aller Schmutzstoffe durch den Pflanzenwuchs und den Boden vorzuziehen. Für einzelne Häuser genügt es, einen Wassergraben nach dem zu bewässernden Terrain auszuführen, welcher gleichzeitig Bewässerungsgraben ist. Bei Häuser-Complexen ist die Anlage mehrerer, auf die Form der Terrainoberfläche Rücksicht nehmender Bewässerungsgräben nöthig, wobei es praktisch ist, zwischen der Abfluss- und der Hauptbewässerungsrinne ein Bassin als Reservoir und Schlammabsatzbehälter einzuschalten.

Manchmal erscheint es ausreichend, wenn das gesammte Abwasser überhaupt nur einem Bassin zugeführt wird. Es ist dies dann der Fall, wenn dessen Inhalt zur Wässerung der umliegenden Grundstücke mittelst Abfuhr oder besonderer Ableitungen regelmässig entnommen wird. Dieses Bassin hat dieselbe Aufgabe zu erfüllen, wie die früher beschriebene Schmutzwasser-Sammelgrube.

Versickerung.

Wo eine Bewässerung aus örtlichen Schwierigkeiten nicht angezeigt erscheint, kann in vielen Fällen das Regen- und Schmutzwasser durch unterirdische Versickerung unschädlich untergebracht werden. Hierbei wird die Reinigung des Wassers durch die filtrierende Kraft des Bodens besorgt.

Die Versickerungsanlagen sind so anzuordnen, dass von einem Schlammablagerungsbehälter aus das entschlammte Wasser durch Sickercanäle, welche durch Steinpackung oder Drainage gebildet werden, in den Untergrund verbracht wird, aus welchen es durch ausreichend mächtige Bodenschichten entweder zum Grundwasser oder nach einem benachbarten offenen Wasserlauf absickert.

Unmittelbares Einleiten in offene Wasserläufe.

Das unmittelbare Einleiten des Schmutzwassers in offene Wasserläufe sollte für die Regel verboten, jedenfalls aber stets von einer besonderen, jederzeit widerrufbaren gesundheitspolizeilichen Erlaubniss abhängig gemacht werden. Diese Erlaubniss dürfte nur dann zu ertheilen sein, wenn der Wasserlauf betreffs seiner Wassermenge und Wassergeschwindigkeit so beschaffen ist, dass bereits in einer geringen, etwa 10 m betragenden Entfernung von der Einmündung des Schmutzwassers keinerlei nachtheilige Veränderungen in der Wasserbeschaffen-

heit oder im Bette des aufnehmenden Wasserlaufes dem Auge bemerkbar sind. Wird aus Letzterem unterhalb der Einmündungsstelle Wasser zu Trink- oder Waschzwecken ohne vorgängige Filtration entnommen, so ist die Einleitung unter allen Umständen zu verbieten. Wird das entnommene Wasser filtriert, so ist die Erlaubniss zur Abwassereinführung trotzdem nur dann zu geben, wenn sich erwarten lässt, dass durch die Selbstreinigung im Wasserlauf keine Verunreinigungszunahme kurz vor der Entnahmestelle durch das eingeleitete Schmutzwasser stattfindet. In der Folge ist durch öftere bacteriologische und chemische Untersuchungen diese Selbstreinigung zu constatieren. —

In Häusern, welche Süvern'sche oder Friedrich'sche Closetgruben besitzen, erscheint es zulässig, unter den vorher genannten Bedingungen auch das Ueberlaufwasser dieser Gruben mit dem übrigen Schmutzwasser und gemeinschaftlich mit dem Regenwasser abzuleiten. Ueberlauf aus Closetgruben mit Klärvorrichtungen.

In manchen Fällen ist es jedoch zweckmässiger, eine Klärgrube nach dem genannten Verfahren einzurichten, in welche sämmtliche Closet- und Schmutzwasserabgänge einfliessen, um alsdann durch den Ueberlauf derselben gereinigt auszutreten und den für das Regenwasser bestimmten Abflussrinnen zugewiesen zu werden. — Klärung des gesammten Abwassers.

Es ist klar, dass die oberirdische, gemeinsame Ableitung des Schmutz- und Regenwassers einer sorgfältigen Ueberwachung betreffs der Instandhaltung der Abflussrinnen und der Reinigung derselben bedarf, wenn nicht schädliche Bodenverunreinigungen stattfinden sollen. Trotz peinlichster Sorgfalt kann es ferner nicht vermieden werden, dass besonders an heissen Tagen den Rinnen unangenehme Gerüche entsteigen. Endlich stellt sich zur Winterszeit der Missstand ein, dass die Rinnen vollständig vereisen und dadurch der Abfluss verhindert wird. Mängel des oberirdischen Abflusses der Schmutz- und Regenwässer.

Die unterirdische Abführung des Regen- und Schmutzwassers durch dichte Röhren, wenigstens in der Nähe der menschlichen Wohnungen, ist desshalb in hygienischer Hinsicht entschieden vorzuziehen. Hierbei muss aber darauf Bedacht genommen werden, dass die Rohrleitungen von Ablagerungen frei gehalten und zu diesem Zwecke öfters mit reinem Wasser durchspült werden.

Die rationelle und vollständige Anlage unterirdischer Entwässerungen wird in späteren Kapiteln eingehend besprochen und genügt an dieser Stelle der Hinweis hierauf.

9) Verbleib der flüssigen, vom Regenwasser getrennt abgeleiteten Abfallstoffe.

Umstände, unter welchen die unterirdische vom Regenwasser getrennte Schmutzwasserableitung den Vorzug vor der gemeinschaftlichen Abführung verdient.

Die gemeinschaftliche oberirdische Ableitung von Regen- und Schmutzwasser hat, wie bereits oben ausgeführt, gewisse Nachtheile. Aber auch die gemeinschaftliche unterirdische Entwässerung wird in den Fällen unzweckmässig befunden, in welchen es sich darum handelt, möglichst geringe Wassermengen unterzubringen. Letzteres kann Platz greifen entweder, wenn die zu bewässernden Flächen geringen Waserbedarf haben, oder der die Schmutzwasser filtrierende Untergrund einen nur in mässigen Grenzen schwankenden Zufluss verträgt; oder ferner, wenn der Eintritt der Abwässer in einen Bachlauf nur nach vorhergängiger Ablagerung der mitgeführten Sinkstoffe in einem Schlammbecken zulässig erscheint und hierbei ohne Regenwasserzuleitung ein sparsamerer und sicherer Betrieb ermöglicht wird; oder endlich, wenn, wie dies bei längeren Abflussleitungen eintreten kann, durch die Aufnahme des Regenwassers eine wesentliche Ersparniss dadurch erzielt wird, dass die Durchmesser der Abflussröhren kleiner genommen werden können. —

Beigabe der Fäcalien zum Schmutzwasser.

Sowohl bei der gemeinschaftlichen unterirdischen Ableitung von Schmutz- und Regenwasser, als auch bei der gesonderten unterirdischen Schmutzwasserabführung können bei Wassercloseteinrichtungen die Fäcalien unmittelbar den Ableitungsröhren überwiesen werden, so dass die Closetgruben vollständig in Wegfall kommen können. Hierbei ist aber vorausgesetzt, dass für ausreichende Wasserspülung behufs sicherer selbstthätiger Reinhaltung der Ableitungsröhren und für eine unter allen Umständen unschädliche Unterbringung der Abwasser gesorgt ist.

Unschädliche Unterbringung der fäcalienhaltigen Abwässer.

Letzteres ist für die fäcalienhaltigen Abwässer einzelner Häuser oder mässig grosser Ansiedelungen dann der Fall, wenn dieselben auf eine der im Vorhergehenden besprochenen Arten landwirthschaftlich verwerthet oder einer ausreichenden Bodenfiltration unterzogen werden. Das Abwasser ist ferner als unschädlich untergebracht anzusehen, wenn es bei Einleitung in einen Wasserlauf, nach vorheriger Abscheidung der gröberen Sink- und Schwimmstoffe durch ein Schlammbassin, so wenig das aufnehmende Wasser verändert, dass etwa 30—50 m unterhalb der Einmündungsstelle die bacteriologische und chemische Untersuchung desselben keine Schwankungen aufweist, welche über die bei diesen Untersuchungen oberhalb der Einmündungsstelle beobachteten Grenzen hinausgehen. —

Künstliche Vorreinigung des fäcalienhaltigen Schmutzwassers.

Erscheint die Unschädlichmachung des fäcalienhaltigen Schmutzwassers nicht vollständig gesichert, sei es, dass bei Bodenfiltration (Untergrundberieselung) die zur Verfügung stehende Fläche nicht ausreicht, sei es, dass ein verunreinigender Einfluss im aufnehmenden Bach oder Fluss bemerkt wird, so ist es geboten, das Abwasser auf einen geringeren Verunreinigungsgrad zu bringen, bei welchem durch den aufnehmenden Boden beziehungsweise Wasserlauf die weitere Zerstörung der organischen Substanz und etwaiger Infectionskeime sicher bewirkt wird. —

Verschiedene Reinigungsmethoden.

Ein grösserer Reinheitsgrad des Abwassers wird erreicht: a) durch gemeinsame mechanische Klärung in einem Ablagerungsbassin; b) durch Schlammablagerung, verbunden mit chemischer Klärung, bei welcher gleichzeitig eine Desinfection stattfindet. Dies kann geschehen durch eine Süvern'sche oder Friedrich'sche Klärgrube, oder durch eine im Kleinen ausgeführte Klärungsanlage, wie solche später bei der Entwässerung grösserer Gemeinwesen beschrieben werden; c) durch Abklären und Desinfection der Closetabgänge, bevor sich dieselben mit dem Schmutzwasser vereinigen, nach Süvern oder Friedrich. —

Wirkungsgrad dieser Reinigungsverfahren.

Durch das unter a) genannte Verfahren werden im Wesentlichen die suspendierten organischen Stoffe aus dem Schmutzwasser ausgeschieden, so dass noch die gelösten organischen Stoffe und die Infectionskeime unschädlich gemacht werden müssen. Bei der zweiten Methode gelingt es meistens, ausser den suspendierten Körpern noch die Mehrzahl der im Schmutzwasser enthaltenen Bacterien zu vernichten. Bei Anlage von Klär- und Desinfectionsgruben für die Closetabgänge kommt in erster Linie in Betracht, dass eine Zerstörung in den Excrementen etwa vorhandenen der Typhus- und Cholerakeime ziemlich sicher stattfindet. In zweiter Linie wird ein geringerer Verunreinigungsgrad des Schmutzwassers durch Zurückhaltung aller festen Fäcalstoffe erreicht. Das Schmutzwasser an sich erfährt aber bei Methode c) keine weitere Reinigung. Die unter a) und c) angedeuteten Methoden sind deshalb zweckmässig gleichzeitig anzuwenden.

Selbstredend sind diese sämmtlichen Vorreinigungsverfahren sowohl für das mit dem Regenwasser gemeinsam, als auch für das von ihm getrennt abfliessende Schmutzwasser geeignet und im gegebenen Falle anzuwenden. —

5. Beseitigung der Abfallstoffe aus kleineren und grösseren Gemeinden.

Während bei einzelnen Grundstücken und Gütercomplexen die Beseitigung der sich ergebenden Abfallstoffe in einer den Grundsätzen

Grössere Schwierigkeit der Reinhaltung von Städten und Ortschaften gegenüber derjenigen von einzelnen Grundstücken.

der Gesundheitslehre entsprechenden Weise weniger Schwierigkeiten verursacht, vielmehr hauptsächlich guten Willen, Aufmerksamkeit und Verständniss erfordert, gestaltet sich dieselbe in Ortschaften und Städten zu einer mit der wachsenden Bevölkerungszahl immer schwieriger werdenden Aufgabe, deren Lösung insbesonders bei grossen Städten die Entfaltung des ganzen Wissens von Seiten des Hygienikers und Gesundheitstechnikers erheischt. Die Schwierigkeiten und Gefahren des zeitweisen Aufbewahrens der Schmutzstoffe in den Häusern und auf den Strassen wachsen in den Städten in rapider Weise. Gleichzeitig wird aber auch der Transport der Abfallstoffe durch die Strassen um so missständiger empfunden, einen je grösseren Umfang das betreffende Gemeinwesen einnimmt. Die Menge der Abfallstoffe wird bereits bei Städten von mehreren tausend Einwohnern so gross, dass auch ihre unschädliche endgültige Unterbringung ernsthafte Schwierigkeiten bereitet, welche nur durch eine richtige Organisation und durch technische Kunst gelöst werden kann.

a. Die in Frage kommenden hauptsächlichsten Abfallstoffe und deren Beseitigungsweisen.

Entfernung der Abfallstoffe aus dem Ortsbereich durch Abfuhr und Abfluss derselben.

Je nach ihrer Zusammensetzung können die Abfallstoffe durch Abfuhr oder durch Abfluss beseitigt werden. Manche Abfallstoffe müssen der Abfuhr anheimgegeben werden, einige können derselben überlassen werden.

Die beste Lösung der Städtereinigung ist, unschädliche schliessliche Unterbringung der Abfallstoffe vorausgesetzt, diejenige, welche die verschiedenen Abfallstoffe durch die für dieselben und unter den gegebenen Verhältnissen geeignetste Transportgelegenheit aus dem Ortsbereich entfernt.

Durch Abfuhr.

Der Abfuhr müssen zugewiesen werden:

1) Strassenschlamm und Strassenkehricht (einschl. des Schnees).
2) Hauskehricht.
3) Der aus thierischen Excrementen und Streuunterlage bestehende Inhalt der Düngergruben.

Durch Abfluss.

Durch Abfluss müssen beseitigt werden:

1) Das Regen- und Schneewasser.
2) Das Grund- und Sickerwasser, soweit es auf eine bestimmte Höhe fixiert werden kann.
3) Das gesammte Brauchwasser, bestehend aus dem Spül-, Wasch- und Bodenwasser, sowie dem gewerblich gebrauchten, oder irgend sonst verunreinigten Wasser. —

Das Regen- und Schneewasser ist in Ortschaften und Städten als Schaden bringendes Abfallwasser zu betrachten, weil es einerseits den Boden, in welchen es ohne geregelte Fortleitung einsickert, sowie unter Umständen das Grundwasser durch die abgeschwemmten und mit dem Wasser fortgeführten Schmutzstoffe von Dach-, Hof- und Strassenflächen verunreinigt, andrerseits dem Boden zu viel Feuchtigkeit verleiht und den Grundwasserstand derart erhöht, dass die Grundmauern der Häuser und die Keller feucht werden.

Das Brauchwasser kann zwar, wie früher erörtert, auch mittelst Abfuhr in Fässern und Tonnen aus einzelnen Anwesen entfernt werden. Allein in Ortschaften und Städten muss mit Rücksicht auf die grosse Quantität der Brauchwässer das Abfahren derselben unter allen Umständen aufgegeben werden. Das Brauchwasser war desshalb den Abfallstoffen beizuzählen, welche durch Abfluss beseitigt werden müssen. —

Durch Abfuhr oder Abfluss.

Sowohl durch Abfuhr als auch durch Abfluss können beseitigt werden:

1) Die menschlichen Abgänge.
2) Die thierischen flüssigen Abgänge (Jauche).

Bei Beseitigung der menschlichen Abgänge und der Jauche durch Abfuhr kommen die bereits im vorhergehenden Abschnitt dieses Buches beschriebenen Abtrittsysteme in Anwendung. Für Ortschaften und Städte handelt es sich hierbei hauptsächlich um die Organisation des Betriebes, sowie um die unschädliche und zweckmässige Beseitigung dieser Abfälle. Sollen die menschlichen Abgänge durch Abfluss entfernt werden, so sind sie vorher ausreichend mit Wasser zu versetzen, bedingen also die Anwendung von Waterclosets und bedürfen einer einheitlich durchgeführten Canalisation als Transportmittel. —

Allgemeine Grundsätze für die Abfuhr der Schmutzstoffe.

Die Abfuhr ist stets derart einzurichten, dass durch sie keine Belästigungen der Haus- und Ortsbewohner eintreten. Die einzelnen Abfuhrzeiten und die Art des Transportmittels sind dieser Forderung gemäss auszuwählen. Von den zweckmässigsten Abfuhrzeiten wird später noch die Rede sein. Betreffs der Fahrzeuge ist darauf hinzuweisen, dass dieselben mit Ausnahme der Schneeabfuhrwagen stets dicht schliessend construiert sein sollten. Die Behälter für die Excremente sollten vollständig luftdicht und diejenigen für Kehricht und Strassenschlamm soweit dicht sein, dass ein Verstauben oder Durchsickern ausgeschlossen ist. Für die Abfuhr des Inhalts der Düngergruben genügen gewöhnliche Fuhrwerke, sofern der Dünger fest gelagert und mit einem Tuche überspannt wird. Letzteres, um einerseits das Herabfallen einzelner Theile zu verhindern und andererseits,

besonders in Städten, bei welchen die Tagabfuhr gestattet ist, dem Publikum den Anblick des Düngers zu entziehen.

Die Abfuhr sollte, soweit dieselbe von den städtischen Behörden nicht selbst in die Hand genommen wird, nur von grösseren, mit den Stadtgemeinden in festem Vertragsverhältniss stehenden Unternehmern besorgt werden. Nur dann ist Gewähr vorhanden, dass derartige Betriebe etwas Erspriessliches für das allgemeine sanitäre Wohl leisten. Der Sorge der Hausbesitzer sollte die Abfuhr nicht überlassen werden.

Die Abfuhrunternehmungen arbeiten in der Regel durchweg mit gewöhnlichem Fuhrwerksbetrieb. Der Betrieb auf andere Weise, etwa durch theilweise nächtliche Benutzung der Strassenbahnen ist bis jetzt nicht zur Durchbildung gelangt. Eisenbahntransport ist dagegen von einigen Städten eingeführt worden, um für die Verwendung der städtischen Abfallstoffe als Dünger weitere Gebiete zu erschliessen. —

Allgemeine Grundsätze für die Ableitung der flüssigen Abgänge.

Die Ableitung der flüssigen Abgänge kann oberirdisch durch Rinnen und Gräben und unterirdisch durch Canäle erfolgen.

Die oberirdische Ableitung für Ortschaften und Städte ist für das Brauchwasser entschieden ungeeignet und missständig. Während im Sommer die Rinnen selbst bei sorgfältigster

Brauchwasser.

Reinhaltung und Durchspülung stets einen mehr oder weniger ekelerregenden Geruch aushauchen, vereisen dieselben im Winter derart, dass sich die durch das Eis zurückgestauten frischen Brauchwässer über die ganze Strasse ausbreiten und neue Eisbildungen mit allen ihren Gefahren verursachen. Sind die Rinnen oder Gräben nicht vollkommen wasserdicht hergestellt, so tritt noch die Gefahr der Bodenverunreinigung durch das Brauchwasser hinzu. Für die Entfernung des Letzteren aus Ortschaften und Städten ist daher aus hygienischen und technischen Gründen die Errichtung unterirdischer Abzugscanäle erforderlich.

Regen- und Schneewasser.

Obwohl die Ableitung des Regen- und Schneewassers durch oberirdische Entwässerungsanlagen erfolgen könnte, so liegt doch für grössere Gemeinwesen die Nothwendigkeit der Abführung durch unterirdische Canäle vor, da bei heftigen Regenfällen die Abflusswässer in vielen Strassen so sehr anwachsen, dass sie nur durch ganz grosse Rinnen, welche ernstliche Verkehrsbeeinträchtigungen bilden, abgeführt werden können. Hierbei kann das Wasser ebensowohl eigenen von den Brauchwassercanälen getrennten Canälen (getrennte Canalisation), als auch mit dem Schmutzwasser gemeinschaftlich den

Fäcalien.

Canälen zugeleitet werden. Werden einer solchen gemeinschaftlichen Canalisation auch noch die Fäcalien überwiesen, so wird dieselbe mit

dem Namen „Schwemmcanalisation“ bezeichnet. Auch bei der getrennten Canalisation können die Fäcalien den Canälen zugeführt werden. In diesem Falle werden sie selbstredend den Brauchwassercanälen überantwortet.

b. Beseitigung des Strassen- und Hauskehrichts durch Abfuhr.

α) Strassenkehricht und Strassenreinigung.

Die Sammlung und Beseitigung des Strassenkehrichts in städtischen Gemeinwesen sollte stets durch die Gemeinde geschehen. Kommt, wie das noch in manchen Städten der Fall ist, die Reinigungspflicht dem Hausbesitzer für die jeweilige an sein Haus anstossende Strassenfläche zu, so ist eine hygienisch richtige Beseitigung des Strassenkehrichts absolut ausgeschlossen. Die Reinigung an sich leidet hierbei daran, dass sie so vielen ungleichmässigen Kräften überantwortet ist, welche Werkzeuge von verschiedener Güte benutzen und diese Arbeit als lästige Zwischenthätigkeit betrachten. Ferner muss der sich ergebende Strassenkehricht entweder bis zu seiner Abfuhr in den Hauskehrichtsammelstätten (Grube oder Tonne) gesammelt werden, nimmt also zweimal seinen Weg durch Hof- und Hausräume, oder er muss in Haufen auf der Strasse gelagert werden, bis er abgefahren wird, was meist lange auf sich warten lässt. Die Abfuhr endlich ist fast immer eine ungeordnete, gelegentliche und nachlässig betriebene, und nur im besten Falle besteht ein festes Vertragsverhältniss zwischen Hausbesitzer und Abfuhrleuten, wobei aber oft über eine nicht ausreichende Autorität des Ersteren gegenüber den Letzteren zu klagen ist. Der Gelegenheitsunterbringung des Kehrichts ohne Beachtung der massgebenden hygienischen Grundsätze ist dabei gewöhnlich Thür und Thor geöffnet. In nachlässigster Weise wird, wie durch vielfache Wahrnehmungen feststeht, von den Kehrichtabfuhrleuten der Inhalt ihrer Fahrzeuge öffentlich und heimlich, bei Tage und bei Nacht, auf Feldwegen, Wiesen und Aeckern abgeladen, nicht selten ohne Erlaubniss der Grundbesitzer, deren Einsprache nur vorübergehenden lokalen Erfolg hat.

Strassenkehricht-Sammlung und Beseitigung obliegt den Gemeinden.

Nachtheile der Kehrichtbeseitigung durch Privatpersonen.

Wohl unterliegt ja diese private Durchführung der Kehrichtbeseitigung der jeweiligen ortspolizeilichen Aufsicht, allein diese vermag um so weniger etwas Erspriessliches auszurichten, da selbst bei peinlichster Beaufsichtigung jedes Gliedes dieser grossen Interessentenreihe der in dem falschen System liegende Mangel einer straffen Organisation nicht zu beseitigen ist.

Mängel der privaten Kehrichtbeseitigung sind durch die strengste Polizeiaufsicht nicht wegzuschaffen.

Trotzdem hiernach die den Privaten überlassene Kehrichtbeseitigung nur unvollkommen sein kann, so beansprucht sie einen viel

Eine einheitlich organisierte

Abfuhrunternehmung arbeitet billiger und besser.

grösseren Aufwand an Arbeitskraft, an Menschen-, Pferde- und Geräthematerial, als eine einheitlich durchgeführte Unternehmung erfordert. Schon der Ab- und Zugang des Dienstpersonals oder der Hauswirthe allein nimmt fast ein Viertel der für den geübten Strassenreiniger zur Reinhaltung des betreffenden Strassentheils erforderlichen Zeit weg. Ein weiteres Viertel nimmt sicherlich die mit der privaten Reinigung verbundene Zersplitterung in eine grosse Zahl von Arbeitskräften ein, davon gar nicht zu reden, dass durch die bei einem Grossunternehmen mögliche Maschinenarbeit wesentliche Ersparnisse erzielt werden. An Arbeitsgeräthen, insbesondere Besen, Kratzen und Schaufeln wird Seitens der Hausbesitzer wohl das fünfzigfache desjenigen Bestandes aufgebracht, welcher für ein organisiertes Unternehmen erforderlich wäre.

Durch die Vertheilung der Abfuhr auf eine grössere Zahl mit einander nicht in Verbindung stehender Fuhrleute wird ferner ein beträchtliches Mehr an Pferden und Abfuhrwagen beansprucht. Selbst wenn nur die jeweilig von anderen Geschäften freie Zeit benutzt und dadurch Mehrkosten vermieden werden sollten, bleibt bestenfalls der grosse hygienische Missstand bestehen, dass die Abfuhrzeiten ungeregelte und zum Theil willkürliche sind und die Abfuhrwagen zu anderen Zwecken mitgebraucht werden. —

Die Reinhaltung der Gehwege durch die Anlieger im Princip verwerflich.

Auch die in vielen Städten noch bestehende Vorschrift der Reinhaltung der Gehwege (Trottoirs) vor den Häusern durch deren Besitzer ist grundsätzlich zu verwerfen. Einerseits beträgt die Kehrichtmenge der Trottoirs in der Regel nur bis zu 20% derjenigen der Fahrbahn, kann also ohne wesentliche Aenderungen des Arbeitssystems und der Betriebseinrichtungen durch das Fahrbahn-Reinigungsunternehmen bewältigt werden; andererseits ist es geld- und zeitraubend, wenn der Trottoirkehricht nach den Haussammelstellen verbracht wird. Letzteres muss aber nothgedrungen geschehen, weil es practisch undurchführbar ist, die Trottoirreinigung Seitens des Hausbesitzers gleichzeitig mit der Fahrdammreinigung vornehmen zu lassen, wodurch allein die Möglichkeit gemeinsamer Abfuhr gegeben wäre.

Reinigung des Gleiszwischenraumes der Strassenbahnen.

Die durch Strassenbahnen eingenommenen Flächen sind stets mit der übrigen Strassenfläche zu reinigen, während die infolge des Bahnbetriebes erforderliche besondere Reinhaltung der Geleise, also die Freihaltung derselben von betriebsstörenden Schneemengen und die Offenhaltung der Schienenrillen von Strassenkoth, sowie die Abfuhr der hierdurch gesammelten Stoffe, Sache der betreffenden Bahngesellschaften bleiben muss. Hierbei ist es aber

zweckmässig, wenn die Abfuhr durch die Gemeinde übernommen wird und die Abfallstoffe seitens der Bahnen nur besonderen in den Strassen aufgestellten Sammelbehältern überantwortet werden, soweit es sich nicht um Schnee und Eis handelt. —

Uebertragung der Reinigungspflicht an die Anlieger für kleinere Gemeinwesen zulässig.

Obwohl vorhin der Grundsatz ausgesprochen wurde, die Sammlung und Beseitigung des Strassenkehrichts sei nicht den Anliegern zu überlassen, so müssen doch aus practischen Gründen für Ortschaften und kleinere Städte bis zu etwa 5000 Einwohnern Ausnahmen als zulässig erachtet werden. Bei deren geringer Strassenausdehnung, dem meist unbeträchtlichen Verkehr, der vielfachen Verwendungsgelegenheit des Kehrichts zu landwirthschaftlichen Zwecken, bei der verhältnissmässig unbedeutenden Gesammtmenge und endlich der in kleineren Kreisen möglichen intensiveren polizeilichen Ueberwachung sind auch die hiergegen geltend zu machenden hygienischen Bedenken weniger ausschlaggebender Natur, sodass auf die Mittel der Gemeinde und das Widerstreben gegen jede Erhöhung der Gemeindeabgaben Rücksicht genommen werden kann.

Art der Beseitigung des Strassenkehrichts in kleinen Orten durch die Anlieger.

In kleinen Ortschaften, bis zu etwa 2000 Einwohnern, in welchen fast jeder Grundbesitzer gleichzeitig Landwirth ist und daher Fuhrgelegenheit hat, kann auf dem Wege polizeilicher Verordnung die gesammte Strassenreinigung und Beseitigung des Strassenkehrichts den Anliegern auferlegt werden. Es hätte dies derart zu geschehen, dass entweder nach Bedürfniss und jedesmaliger öffentlicher polizeilicher Aufforderung oder in bestimmten Zwischenräumen, etwa allwöchentlich (wobei besondere Aufforderung für ausserordentliche Reinigung beispielsweise bei grosser Schmutz- bezw. Staubentwickelung vorbehalten bleibt) die Reinigung der Strassenoberflächen und Abfuhr des Kehrichts vorgenommen werden muss.

In Orten von etwa 2000—5000 Seelen kann die Beseitigung des Strassenkehrichts den Hausbesitzern in den seltensten Fällen noch überlassen werden. Es empfiehlt sich hier Seitens der Gemeinde dieselbe zu besorgen. Ein Abfuhrwagen ist hierzu vollständig ausreichend. Derselbe wird aus Eisen herzustellen sein, damit er im Stande ist, nicht allein trockenen Kehricht und Staub, sondern auch nassen Strassenabzug, den Schlamminhalt allenfallsiger Schmutzwassergossen und, sofern eine Canalisation vorhanden ist, den Rückstand der Strassensinkkasten aufzunehmen. Es bildet sich in der Praxis alsbald eine gewisse zeitliche Reihenfolge für die Fahrten des Sammelwagens durch die einzelnen Strassen heraus und würde mit Rücksicht hierauf dem zur Reinigung Verpflichteten polizeilich aufzugeben sein, beim Herannahen des durch Glockenzeichen sich bemerkbar

machenden Abfuhrwagens die Strassenreinigung vorzunehmen und die Hauskehrichtbehälter zum Entleeren in den Abfuhrwagen bereitzustellen.

Beseitigung der übrigen durch Abfuhr fortzuschaffenden Abfallstoffe in Orten bis 5000 Einwohnern.

Um auf die Beseitigung der übrigen festen Abfälle in Ortschaften bis zu 5000 Einwohnern nicht mehr zurückkommen zu müssen, wird gleich an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Beseitigung des Hauskehrichts und bei canalisierten Grundstücken des Inhalts der Sinkstoffbehälter von Schmutzwassereinläufen durch das gleiche Transportmittel zu erfolgen hat.

In den geringer bevölkerten, Landwirthschaft treibenden Ortschaften kann die Beseitigung dieser Abfallstoffe aus den Sammelgefässen wieder den Grundeigenthümern überlassen werden.

Bei der Abfuhr durch die Gemeinde haben die Eigenthümer die Verpflichtung, bei Ankunft des Gemeindeabfuhrwagens die Kehrichtbehälter, in welche dann auch der Schlamminhalt der unterirdischen Sinkstoffbehälter eingebracht werden kann, nach demselben zu verbringen und zu entleeren. In canalisierten Orten ist es aber meist vortheilhaft, getrennte Abfuhrwagen für den Strassen- und Hauskehricht einerseits und für den Inhalt der Strassensinkkasten, des Schlammes der Haussinkkasten und der durch die Canalreinigung aus den Canalschächten geförderten Sinkstoffe andererseits zu beschaffen. Hierbei muss der Schlamm der Haussinkkasten zunächst in einen besonderen Eimer aus Eisenblech verbracht und in diesem zum Schlammabfuhrwagen getragen werden, weil bei unmittelbarem Ausbringen der Sinkkastensammelbehälter die Gefahr der Verunreinigung der Hof-, Gang- und Strassenflächen vorliegt. Es ist richtiger, die letztere Arbeit durch die Bedienungsmannschaft des Schlammwagens unter Verwendung eines zu diesem gehörigen Eimers besorgen zu lassen. Die letztgenannten Schlammtransportwagen kommen hierbei meist als Handwagen mit eisernem Schlammbehälter von etwa 300 l Inhalt in Anwendung. Bis zu einer Bevölkerung von 5000 Seelen genügt in der Regel ein derartiger Wagen nebst Reservefahrzeug.

Die Beseitigung des Schnees aus den Strassen der oben genannten Ortschaften ist im Allgemeinen weniger wichtig. Sie ist nur in so weit nöthig, als der Verkehr und die Freihaltung der Entwässerungseinrichtungen es verlangen. Diese Schneebeseitigung kann unbedenklich den Grundbesitzern zugewiesen werden. —

Schliesslich weisen wir darauf hin, dass sich für kleinere Städte, von 3000 Seelen an, jedenfalls die Anstellung von Strassenwärtern empfiehlt, welchen neben den kleineren Strassenausbesserungen auch die Fahrbahnreinigung obliegt. —

Für die Handhabung der Strassenreinigung sind die nachstehend beschriebenen Geräthe in Gebrauch.

Geräthe für die Strassenreinigung.

Durch den einfachen Reisigbesen wird der bei Trockenwetter sich ergebende Kehricht von der Strassenoberfläche entfernt. Die Reisigbesen eignen sich besonders für rauhe Strassenflächen, weil sie sich durch den Druck der Hand allen Vertiefungen gut anschmiegen lassen. Sie sind verhältnissmässig sehr billig, haben aber den Nachtheil rascher Abnutzung.

Der Reisigbesen.

Die sogenannte Piassavabürste ist dem Reisigbesen bedeutend überlegen. Sie ist mit Erfolg sowohl auf ebenen als rauhen Strassenoberflächen zu gebrauchen, nimmt trockenen wie flüssigen Strassenschmutz mit sich fort und nutzt sich weniger schnell ab. Diese Strassenbürste ist bekanntlich aus der sogenannten Piassavafaser, einer Palmfaser, hergestellt, welche, in Büscheln vereinigt, in dem Bürstenholz mittelst Pech befestigt sind. Der Rücken der Bürste besitzt zwei schräg gegeneinanderstehende zur Aufnahme der Bürstenstange geeignete Löcher, wodurch nach Abnutzung der einen Bürstenlängsseite durch Umstecken der Handstange der andere Bürstentheil dienstbar gemacht werden kann. An einer Längsseite des Besenrückens empfiehlt es sich einen Blechstreifen anzubringen, durch welchen an der Strassenfläche fest anhaftender Schmutz, welcher den Bürstenfasern zu grossen Widerstand entgegensetzt, weggeschabt werden kann.

Die Piassavabürste.

Anstatt der Piassavafaser wird auch Stahldraht und die noch elastischere, aber viel theuerere Siamfaser angewendet. Auch echtes und unechtes Fischbein wird zu Strassenbürsten verwendet. Bislang behauptet aber wohl überall die Piassavabürste ihrer Preiswürdigkeit halber den Vorrang.

Der Schlamm der Strassenoberflächen wird durch sogenannte Kratzen abgezogen. Dieselben bestehen entweder aus Holz oder Eisen. Hölzerne Kratzen eignen sich besonders für dünnflüssigen Schlamm und greifen die Strassenoberfläche weniger an, welche Eigenschaft für die macadamisierten Strassen von Werth ist. Da sie aber für die Beseitigung von fester gewordenem Schlamm nicht so brauchbar sind, wie die eisernen Kratzen, letztere auch wirksamer und dauerhafter sind, so sind die eisernen Schlammkratzen den hölzernen im Allgemeinen vorzuziehen.

Die Abziehkratze.

Bei sehr glatten Strassenflächen und zwar vornehmlich auf Asphaltstrassen sind die sogen. Gummikratzen im Gebrauch. Dieselben bestehen aus einer zwischen zwei Hölzern eingeklemmten, etwa 0,8—1,0 m langen, 1 cm starken, schmalen Gummiplatte, durch welche auf genügend befeuchteter Strassenfläche der Schmutz fort-

Die Gummikratze.

geschoben wird. Mit der Schmutzbeseitigung auf Asphalt- und Holzstrassen durch derartige Gummikratzen ist der weitere Vortheil verbunden, dass die dünne Schmierschichte, welche diese Pflasterflächen häufig überzieht und sehr schlüpfrig macht, vollständig mit fortgenommen wird. —

Die Kehrmaschine. Mittelst Handbesen reinigt 1 Mann in 1 Stunde durchschnittlich 400—500 qm Strassenfläche. Dies ist für die Bewältigung des Reinigungsdienstes der grossen Strassenfläche der modernen Städte eine verhältnissmässig so geringe Arbeitsleistung, dass Maschinenarbeit bei der meist beschränkten Reinigungszeit ein unabweisbares Bedürfniss wurde. Die zu diesem Zwecke construierten Kehrmaschinen bestehen aus einer mit Piassavafaser besetzten, in der Regel conisch zulaufenden Walzenbürste von etwas über 2 m Breite, welche mit der Fahraxe einen Winkel von 45° einschliesst, der sowohl nach der einen als der anderen Seite umgestellt werden kann. Beim Fahren der Maschine rotiert die Bürste vermöge einer Zahnrad- und Kettenübertragung von der Radachse aus in einer der Raddrehung entgegengesetzten Richtung, wodurch die Kehrarbeit verrichtet wird. Durch einen Hebel, welcher vom Kutschersitz aus zu handhaben ist, kann die Bürste mehr oder weniger stark auf die Fahrbahn gedrückt, auch von derselben ganz entfernt werden. Ausserdem ist die Rotationsübertragung vollständig ausschaltbar. Infolge der schrägen Stellung der Bürste wird der Strassenkoth zur Seite geschoben und, daselbst einen Längsstreifen bildend, abgelagert. Die Kehrmaschinen werden sowohl zwei- als vierrädrig gebaut. Die vierrädrigen Maschinen gestatten eine solidere Ausführung und eine sicherere und ruhigere Lage des Kutschersitzes. Sie werden demgemäss neuerdings den Leistung derselben. zweirädrigen Maschinen vorgezogen. Eine Kehrmaschine kehrt stündlich durchschnittlich 5000—7000 qm, leistet also etwa soviel als mindestens 15 Arbeiter. Die Maschinenarbeit kostet erfahrungsgemäss etwa 1/5 der Handarbeit.

Die Abziehmaschine. Auch für das Abkratzen und Abziehen des Strassenkothes sind Maschinen in den grösseren Städten in Benutzung. Diese, die sogen. Abziehmaschinen, bestehen aus einer grösseren Anzahl in einer zur Fahrrichtung schräg geneigten, in einer geraden Linie liegenden Kratzeisen, welche nach oben zu in Eisenfedern auslaufen. Letztere drücken sich gegen eine horizontale Stange, welche mehr oder minder gesenkt werden kann, wodurch ein verschieden starker Druck der Kratzen auf die Strassenfläche bewirkt wird. Jede Kratze ist infolge dieser Anordnung für sich beweglich und kann deshalb den jeweiligen Bodenunebenheiten genau folgen. Durch die schräge Lage gegen die

Fahrrichtung wird der Koth seitlich abgelagert. Die Abziehmaschine wird meist zweirädrig ausgeführt. —

Beide vorstehend beschriebenen Maschinen werden durch Pferdezugkraft und zwar gewöhnlich einspännig in Bewegung gesetzt. Indes hat man auch beide Maschinen kleiner ausgeführt, sodass sie vollständig durch Arbeiter bedient werden können. Sie finden aber wohl nur unter ganz besonderen Verhältnissen vortheilhafte Anwendung, etwa für die Reinhaltung grösserer Höfe oder für einzelne besonders zu behandelnde Strassengebiete.

Die Giesskanne.

Ein weiteres Hülfsmittel zur Strassenreinigung ist die bekannte Giesskanne. Durch dieselbe werden bei Trockenwetter die zu kehrenden Flächen besprengt, um Staubentwickelung zu verhüten. Die Giesskanne reicht wohl für den Handbesenbetrieb aus, dagegen sind für den Maschinenkehrbetrieb Spreng- oder Giesswagen in Gebrauch zu setzen. Als geeignetster und brauchbarster Sprengwagen hat sich der einspännige, 1500 l fassende eiserne Tonnensprengwagen für flachgelegene Städte bewährt. Städte mit zahlreichen steigenden Strassen bedienen sich besser eines zweispännigen, 2000 l haltenden Sprengwagens. Der Auslauf des Wassers aus den Sprengwagen erfolgt durch ein mit Sieblöchern versehenes Rohr oder auch neuerdings durch die sogenannte Turbinensprengvorrichtung. Letztere besteht aus einem nach rückwärts offenen Gehäuse von kreisförmigem Querschnitt, in welchem ein Schaufelrad angebracht ist. Die nahezu senkrecht stehende Achse desselben ist durch Zahnstangengetriebe so mit einem Hauptrade des Wagens verbunden, dass bei in Fahrt befindlichen Sprengwagen das Schaufelrad in Rotation versetzt wird, wodurch das durch dasselbe ausfliessende Wasser von den Schaufeln in kräftigster Weise in weitem Bogen auf die Strassenfläche geschleudert wird. Es werden hierdurch bis zu 10 m Fahrbahnbreite auf einmal besprengt, während die erstgenannten Giesswagen eine Wurfbreite von 5 bis höchstens 6 m besitzen. Bei beiden Constructionen kann der Wasserauslauf und damit die Sprengweite vom Kutschersitz aus geregelt werden.

Der Spreng- oder Giesswagen.

Ausserdem sind auch Handgiesswagen construiert worden. Dieselben erhalten gewöhnlich 300—400 l Inhalt und dienen zur Besprengung der Gehwege.

Die Giesswagen werden entweder durch directe Schlauchverbindung mit den Hydranten der Wasserleitung oder vermittelst eines, an den Hydranten geschraubten Gummirohres, welches durch eine im Fasse oben angebrachte Oeffnung eingesenkt wird, gefüllt. —

Bei Asphalt-, Holz- und Steinpflaster spielt das Abwaschen oder

Abspülen der Strassenoberflächen als Reinigungsmittel eine bedeutsame Rolle. Diesem Zwecke dienen das fahrbare Rohrgestänge und der Schlauchtrommelwagen.

Das fahrbare Rohrgestänge.

Das fahrbare Rohrgestänge besteht aus meist 36 mm weiten 1,5—3,0 m langen Kupferröhren, deren Enden je auf einem Räderpaare aufruhen. Die Einzelräder sind leicht nach allen Seiten beweglich und von ähnlicher Construction wie bei den Füssen der Rollmöbel. Durch Aneinanderkuppelung der einzelnen Rohrstücke mittelst übergestreifter und eingebundener Gummiröhren entsteht ein fahrbares und leicht bewegliches Rohrgestänge von beliebiger Länge. Dieselbe wird gewöhnlich der halben Entfernung zweier Hydranten gleichgesetzt und beträgt hiernach bis zu etwa 40 m. Das eine Schlauchende ist behufs Anschlusses an die Hydranten mit normaler Verschraubungskuppelung versehen, während das andere Ende in ein Strahlrohr ausläuft, dessen Ausmündung so gestaltet ist, dass das Wasser mit breitem kräftigem Strahl ausfliesst.

Der Schlauchtrommelwagen.

Die für Strassenabspülungen dienenden Schlauchtrommelwagen sind zwei-, auch vierrädrige Karren, auf welchen die Schlauchtrommel so aufmontiert ist, dass bei dessen Vorwärtsbewegung die Trommel das jeweilige Stück des auf sie gewickelten Gummischlauches abgiebt und bei Rückwärtsbewegung des Karrens wieder aufnimmt. Es wird hierdurch, wie bei dem Rohrgestänge, ein Schleifen der Schläuche auf dem Boden und damit eine zu schnelle Abnutzung verhindert. Die Schlauchenden sind in der vorhin beschriebenen Weise eingerichtet, jedoch ist das Strahlrohr bezw. das an demselben befindliche Schlauchstück mit dem Schlauchwagen fest verbunden. Da sich die Schlauchtrommel fortwährend dreht, so ist die Verbindung des Rohrendes vom Trommelschlauch mit demjenigen des Strahlrohres durch einen in der Trommelaxe liegenden, gegen dieselbe gut abgedichteten Rohrabzweig bewirkt.

Die Transportschaufel.

Ein weiteres wichtiges für die Strassenreinigung erforderliches Geräthe ist die einfache Transportschaufel (Wurfschaufel). Das Aufnahmeblatt besteht am besten aus schwach gewölbtem Stahlblech mit breiter scharfer Vorderkante. Die Schaufel dient zum Einbringen des angesammelten Kehrichts in die nachfolgend beschriebenen Transport- bez. Sammelgeräthe. Ausserdem wird die Schaufel in der gewöhnlichen schildförmigen Arbeitsform zum Sandstreuen über glatt gewordene Flächen gebraucht.

Transportmittel für den Strassenkehricht.

Als erstes Transportmittel für den Strassenkehricht dient die Handkarre. Am besten hat sich die zweirädrige Karre aus Eisenblech, mit zwischen den Rädern liegendem flachen Eisenblechbehälter

von 1/6 cbm Inhalt bewährt. Doch sind auch, besonders in kleineren Städten, gewöhnliche eiserne einrädrige Schubkarren und zweirädrige hölzerne Handkarren mit mehr kastenförmigem Behälter im Gebrauch. Die Handkarren dienen hauptsächlich zur Verbringung des während der Tagesreinigungen einer Strasse sich ergebenden Kehrichts, insbesondere des Pferdedüngers, nach den Stellen, an welchen der Kehricht bis zur nächsten Abfuhr gelagert werden muss. Diese Lagerung geschieht entweder durch Bildung von Kehrichthaufen in der Nähe der Gossen, oder in den im allgemeinen Kapitel über Kehricht beschriebenen ober- oder unterirdischen Sammelkästen. Betreffs der unterirdisch angeordneten Sammelkästen wird an dieser Stelle noch darauf aufmerksam gemacht, dass dieselben mit aushebbaren Sammeleimern zu versehen sind, sowie mit Wasser ausspülbar eingerichtet werden müssen. Aus letzterem Grunde muss ihre Sohle nach dem Strassencanal entwässert werden. Auch empfiehlt es sich für grössere Städte, eine direkte Spülverbindung mit der Wasserleitung herzustellen, um nicht das Spülwasser mittelst Eimern einbringen zu müssen. — Die Handkarre.

Die wichtigsten Transportmittel im Dienste der Strassenreinigung sind die Schlamm- und Kehrichtabfuhrwagen.

Die Schlammwagen, welche den flüssigen oder doch noch stark wasserhaltigen Strassenkoth abzufahren haben, erhalten durchweg eiserne und dicht schliessende Behälter. Dieselben haben meist Kastenform, und der Strassenschlamm wird von oben eingebracht. An der Rückseite befindet sich gewöhnlich eine durch Zahnstangenbetrieb zu öffnende und zu schliessende, auf dem Kastenboden aufsitzende Schiebethüre, durch welche der Schlammbehälter seines Inhalts an der Abladestelle entledigt werden kann. Häufig trifft man auch die Anordnung, dass der Kasten um eine horizontale Achse vollständig kippbar ist, wodurch der Schlamm sehr leicht entladen wird. Beide Entleerungsvorrichtungen können auch an einem Wagen vereinigt werden, nur wird in solchen Fällen der Ladekasten nicht vollständig umgekippt, sondern in eine der Ausbringung des Schlammes durch den Schieber besonders günstige, stark abschüssige Lage gebracht. Für grössere Reinigungsbetriebe ist diese letzte Construction zu empfehlen. Die Schlammwagen werden vielfach nur zweirädrig ausgeführt. Sie haben dann einen nutzbaren Inhalt von 700—1000 l und werden einspännig betrieben. Schlammwagen.

Die vierrädrigen Schlammkarren, welche mit zwei Pferden gefahren werden, besitzen einen 1200—1800 l haltenden Fassungsraum. Die Schlammwagen dienen auch zur Abfuhr des Schlamminhalts der Strassensinkkasten, durch deren Vermittelung das von den Strassen-

oberflächen abfliessende Wasser den städtischen Canälen zugeleitet wird. In grösseren Städten, etwa von 30 000 Einwohnern an, empfiehlt es sich, diese Abfuhr von der Kehrichtabfuhr vollständig zu trennen, da die Abfuhrzeiten verschieden sind und der meist sehr sandige Schlamm die Kehrichtverwerthung erschwert. In denjenigen Fällen, in welchen die Strassensinkkasten aushebbare Sammeleimer besitzen, werden die zugehörigen Abfuhrwagen mit einem Hebekrahnen versehen, vermittelst dessen die Eimer hochgezogen werden können.

Kehricht-abfuhr-wagen.

Durch die Kehrichtabfuhrwagen werden der von der Strassenoberfläche erhaltene eigentliche Kehricht, Pferdemist, Staub und die verschiedenartigsten Abfälle, welche entweder in Haufen seitlich der Strasse oder in den Strassenkehrichtsammelbehältern gelagert sind, abgefahren. Kehrichtwagen werden meist von Holz in Kastenform hergestellt. Die Seitenwände, sowie die Rückwand sind behufs leichter Entfernung abnehmbar einzurichten. Die Deckel sind als zweiseitige, von der Wagenmitte abfallende Klapptafeln derart anzuordnen, dass die einzelnen Tafeln höchstens eine Breite von 1 m erhalten. Beispielsweise würden hierdurch bei 4 m Kastenlänge auf jeder Seite 4 Einfallöffnungen erhalten werden. Hierdurch wird das Verstäuben des Inhalts beim Einwerfen sehr vermindert. Beim Oeffnen der Deckel setzen sich dieselben entweder auf einer besonderen Längsstange auf oder es werden ihnen auf dem Kastenrand aufzusetzende Gabeln als Stützen beigegeben. Die einzelnen Theile des Wagenkastens sind genau in einander passend herzustellen, damit vollständige Dichtigkeit erzielt wird. Die Kehrichtwagen werden entweder zwei- oder einspännig hergestellt. Die zweispännigen Wagen haben vor den einspännigen den Vortheil der verhältnissmässig geringeren Transportkosten voraus, während durch die mit 1 Pferd bedienten Wagen bei der gleichen Pferdezahl der Kehricht einer Strasse in der halben Zeit zur Verladung gelangt. Ausserdem kann die Ausladezeit bei den Einspännern durch Anordnung von Kippkästen noch besonders verringert werden.

In der Regel werden Zweispänner dort den Vorzug verdienen, wo die Kehrichtlagerplätze nicht nahe liegen, während im entgegengesetzten Falle, besonders wenn es auf eine zeitliche Einschränkung der Kehrichtbeseitigung aus den Strassen ankommt, die Einspänner vorzuziehen sind. Lokale Verhältnisse und Anschauungen mögen in Zweifelfällen den Ausschlag geben. Je nach den Steigungen der in Betracht kommenden städtischen Strassen ist der nutzbare Inhalt der durch 2 Pferde bedienten Wagen 2.5—4 cbm, während die einspännig gefahrenen 1—2 cbm Fassungsraum haben.

Die combinierten Strassenwasch- und Kehrmaschinen.

An dieser Stelle sind als Strassenreinigungsgeräthe noch die neuerdings verschiedentlich zur probeweisen Anwendung gekommenen combinierten Strassenwasch- und Kehrmaschinen zu erwähnen. Dieselben beruhen auf der Erfahrung, dass auf gepflasterten, ganz besonders aber auf asphaltierten und mit Holz belegten Strassenoberflächen der mit Wasser aufgeweichte und dünnflüssig gemachte Strassenschmutz durch Gummistreifen, oder bei weniger ebenen Strassen durch Walzenbürsten leicht und staubfrei bei Seite zu schieben ist. Derartige Maschinen bestehen aus einem fahrbaren Wasserbehälter mit Sprengvorrichtung, an welcher rückwärts die den aufgeweichten Koth bei Seite schiebenden Bürsten- oder Gummistreifen angebracht sind. Diese Maschinen haben sich noch nicht einbürgern können; sie dürften auch nur bei asphaltierten Strassen grosser Städte in Betracht kommen und sind somit kein für die Strassenreinigung nothwendiges Geräthe. —

Technische Ausführung der Strassenreinigung.

Betreffs der technischen Ausführung der Strassenreinigung ist zunächst zu beachten, dass vor allen Dingen möglichst wenig Staub erzeugt werden darf. Dem Kehren hat daher bei Trockenwetter stets ein Besprengen der Strasse unmittelbar vorauszugehen, jedoch so, dass der für das Aufsaugen des Wassers nothwendige Zeitraum vorhanden ist. Die seitlich gelagerten trockenen Kehrichthaufen sind bei bewegter Luft mit Wasser zu überrieseln, damit sie nicht wieder zur Staubbildung beitragen können.

Die Arbeit des Kehrens und der Kothbeseitigung hat stets von der Strassenmitte nach den beiderseitigen Strassenrinnen hin zu geschehen. Bei Handbetrieb gehen zu diesem Zwecke die Strassenreiniger schräg hinter einander, so dass jeder Hintermann den von seinem Vordermann ihm zugebrachten Kehrichthaufen weiter nach der Seite schiebt. Bei Anwendung von Kehricht- oder Abkratzmaschinen kann sowohl durch nur eine Maschine die Strasse der Länge nach streifenweise bedient werden, oder es fahren, wie in den grossen Städten meist der Fall, mehrere Maschinen unmittelbar hinter einander, gegenseitig um die Kehrbreiten seitlich von einander entfernt. —

Nachtreinigung in grösseren Städten.

In verkehrsreichen Strassen ist der Maschinenbetrieb verkehrstörend, während gerade hier der Handbetrieb besonders theuer zu stehen käme. Auch die Abfuhrwagen wirken als Verkehrshindernisse, weil sie bei jedem Kehrichthaufen anhalten müssen. Dieser Umstand, sowie die Belästigung des Publikums durch die Hantierung der Arbeiter und die nicht gänzlich zu vermeidende Staubentwickelung haben dazu geführt, die Strassenreinigungsarbeiten bei Nacht vorzunehmen. In grösseren Städten empfiehlt sich ausnahmslos der Nachtbetrieb.

während in Mittelstädten (30000—100000 Einwohner) die abgelegenen und weniger verkehrsreichen Strassen noch meist der Tagesreinigung unterstehen können. In den kleineren Städten ist die Nachtreinigung der Strassen schon des mangelnden Aufsichtspersonals halber und aus dem Grunde schwer durchführbar, weil die Nachtarbeit nur durch die diesen Orten meist fehlenden Maschinen erledigt werden kann, welche einer besonders guten Beleuchtung der Arbeitsstelle nicht bedürfen. Die Kosten einer täglichen Strassennachtreinigung mittelst Kehrmaschine und vorhergehender Besprengung betragen nach verschiedenseitigen Erfahrungen für das qm durchschnittlich 25—26 Pf. jährlich.

Zahl der wöchentlich vorzunehmenden Strassenreinigungen.

Je nach der Verkehrsgrösse und der Befestigung der Strassenoberfläche sind die Strassen ein- bis sechsmal wöchentlich gründlich zu reinigen. Die wichtigsten Verkehrsstrassen in Berlin werden beispielsweise täglich gereinigt. Bei einer ganzen Reihe von Strassen reicht aber auch eine zwei- und einmalige Reinigung in der Woche aus, sodass durchschnittlich die Strassen in Grossstädten eine dreimalige wöchentliche Reinigung zu erfahren haben. Die verkehrsreichen Hauptstrassen einer grösseren Stadt sind ausserdem einer täglichen Nachreinigung durch besondere Bezirkskehrer zu unterziehen. Hauptsächlich obliegt denselben die Beseitigung des Pferdedüngers nach den öfters erwähnten Sammelstellen.

Reinhaltung des Asphalt- und Holzpflasters.

Asphalt- und Holzpflaster bedürfen zu ihrer Reinhaltung neben der regelmässigen Säuberung noch einer besonderen Behandlung. Der Pferdemist macht nämlich derartige Fahrbahnen sehr schlüpfrig; er muss desshalb möglichst oft und sehr sorgfältig beseitigt werden. Die durch ihn entstehenden feuchten Stellen in der Fahrbahn sind mit Sand zu bestreuen. Thunlichst alle 2 Tage muss ferner das Asphaltpflaster gründlich abgewaschen werden. Bei nasser Witterung und in Tagen, an welchen die Asphaltflächen schwer trocknen, ist die Fahrbahn mit Sand zu bestreuen. Das Streuen geschieht mit der Schaufel, durch welche der Sand im Bogen geworfen wird. Mit 1 cbm Sand kann hierbei eine Fläche bis zu 3500 qm gleichmässig überstreut werden.

Schwierigkeiten der Reinigung nicht canalisierter Strassen.

Der Vollständigkeit halber weisen wir darauf hin, dass die Reinhaltung der nicht mit Canalisation versehenen Strassen mit ganz besonderen Schwierigkeiten verknüpft ist, weil aus den Gossen viele stark der Fäulniss ausgesetzten Stoffe entfernt werden müssen und auch das Gossenwasser selbst, besonders zur Winterszeit durch Eisbildung, schwer zu beseitigende Missstände hervorbringt.

Eintheilung der Strassen in Klassen

Es ist zweckmässig, die Strassen einer Stadt in verschiedene Klassen, mit Rücksicht auf die Zahl der allwöchentlich erforderlichen

Reinigungen einzutheilen. Erst hierdurch ist es möglich, einen Reinigungsplan aufzustellen, die Reinigungsarbeit zu organisieren, den jeweiligen Bedürfnissen anzupassen und die erforderlichen Kosten im Voraus überblicken zu können. *und Aufstellung eines Reinigungsplanes.*

Die Kosten der Strassenreinigung sind stark wechselnd, je nach den Anforderungen, die von den Stadtverwaltungen an die Reinlichkeit der Strassen gestellt werden, je nach dem in einer Stadt herrschenden Verkehr, den verwendeten Strassenbaumaterialien und der Constructionsart der Strassenflächen. Beispielsweise erfordert die Strassenreinigung in Halle eine Ausgabe von 0,37 M., in Posen und Leipzig etwa 0,50 M., in Berlin 1,12 M., in Mainz und Wiesbaden 1,20 M. auf den Kopf und das Jahr. (Hierbei ist in Wiesbaden im Gegensatz zu Mainz die Trottoirreinigung noch Sache der Hausbesitzer.) In den erstgenannten Städten bleibt vermuthlich ein beträchtlicher Theil der Strassenflächen Seitens der Stadt ungereinigt, weil die Anlieger hierzu theilweise verpflichtet sind. *Kosten der Strassenreinigung.*

Bei grösseren über 70 000 Einwohner fassenden Städten muss angenommen werden, dass die vollständige, sich auf Fahrbahn und Gehwege erstreckende, allen hygienischen Anforderungen entsprechende, und Seitens der Stadtverwaltung gehandhabte Strassenreinigung einschliesslich der Abfuhr, jedoch ausschliesslich der Beseitigung der auf den Gehwegen sich ergebenden Schnee- und Eismengen, 1,00—1,40 M. oder im Mittel 1,20 M. Kostenaufwand auf den Kopf jährlich beansprucht. Bei kleineren Städten mit wenig Verkehr können die Kosten wohl bis auf etwa die Hälfte heruntersinken.

Bei diesem Preis ist die Voraussetzung zu machen, dass die schliessliche unschädliche Unterbringung des Kehrichts keinen besonderen Zuschuss beansprucht, aber auch andrerseits die Verhältnisse nicht so günstig liegen, dass aus der Kehrichtabgabe an Landwirthe nahmhafte Einnahmen zu erzielen wären. — Der Durchschnittspreis für die eigentliche Abfuhr und Unterbringung des Kehrichts schwankt zwischen 1 und 2 M. für das cbm.

β) Hauskehricht.

Die Reinigung von Haus und Hof und die Sammlung aller Hausabfälle ist Pflicht des Hausbesitzers und der Hausbewohner. Die Ausführung derselben ist von den Genannten selbst zu überwachen. Maass und Sorgfalt dieser Abfallsammlung hängen zwar von dem allgemeinen Reinlichkeitssinn ab, werden aber durch rationelle Einrichtungen für das Ansammeln und Verbringen des Kehrichts wesentlich *Reinhaltung von Haus und Hof eine Pflicht des Hausbesitzers und der Hausbewohner.*

vermehrt. Es ist daher in Städten mit ihren stark bewohnten Häusern für jederzeit ausreichende Sammelbehälter und gesicherte Abfuhr des Hauskehrichts Sorge zu tragen.

Wichtigkeit der gesicherten Kehrichtabfuhr.

Wir haben schon früher gesehen, dass für die Kehrichtsammlung bewegliche Behälter den festen unbedingt vorzuziehen sind. Die Grösse der ersteren ist aber eine beschränkte, wesshalb die Abfuhr oft und regelmässig erfolgen muss. Eine Stockung derselben würde sofort Ueberfüllung der Kehrichtbehälter und missständige anderweite Lagerung der Hausabfälle verursachen. Die Abfuhr auch des Hauskehrichts sollte daher in allen Städten durch die Gemeinde übernommen werden. Dies ist allerdings bis jetzt nur in wenigen Städten geschehen, doch wird mehr und mehr die Nothwendigkeit hierzu eingesehen und gerade in letzter Zeit wurde der städtischen Kehrichtabfuhr die ihr gebührende Aufmerksamkeit gewidmet.

Nothwendigkeit der Hauskehrichtabfuhr durch die Stadtgemeinden.

Art der Kehrichtabfuhr.

Der Hauskehricht ist wöchentlich mindestens zweimal und nach Bedarf in noch kürzeren Zwischenräumen, bei stark bewohnten, grossen Häusern alltäglich abzufahren.

Zeitfolge.

In den letztgenannten Fällen soll durch die tägliche Abfuhr einestheils das Anwachsen zu grosser Kehrichtmassen in den Höfen vermieden und andrerseits die Entleerungsdauer der Kehrichtbehälter, also insbesondere die Haltezeit der Abfuhrwagen vor einem Hause möglichst abgekürzt werden.

Verbringung des Kehrichts zum Abfuhrwagen.

Für die Verbringung des Kehrichts zu den Abfuhrwagen sind die verschiedensten Methoden im Gebrauch. Empfehlenswerth ist nur die Einrichtung, nach welcher vom Abfuhrpersonal die an einer passenden Stelle im Hofe unweit des Hausganges, und wenn nicht anders möglich ausnahmsweise im Hausgange selbst, stehenden tragbaren Sammelgefässe nach dem Kehrichtwagen verbracht und daselbst entleert werden. Diese Einrichtung hat sich beispielsweise in Wiesbaden entschieden bewährt. Sie könnte allerdings in solchen Städten nicht durchgeführt werden, in welchen die Abholung des Kehrichts zur Nachtzeit befürwortet wird. Hier müssten die Kehrichtbehälter behufs Abfuhr Abends vor das Haus gestellt werden. Dies ist mit vielen Missständen verbunden, nicht in letzter Reihe mit Unannehmlichkeiten für die Passanten. Auch sind die vor den Häusern aufgestellten Gefässe allem möglichen Unfuge zur Nachtzeit ausgesetzt. Ferner lehrt die Erfahrung, dass das Herausstellen der Gefässe unregelmässig geschieht, wodurch Verzögerungen in der Abfuhr entstehen. Verfasser vertritt desshalb entschieden den Standpunkt, dass selbst in den Grossstädten die Nachtabfuhr des Hausmulls unzweck-

Missstände bei Abholung des Kehrichts zur Nachtzeit.

mässig und nicht empfehlenswerth ist. Er ist vielmehr der Ansicht, dass die Hauskehrichtabfuhr am besten in den frühen Morgenstunden vor sich geht und hält auch die Abfuhr während des ganzen Tages über für zulässig, wobei ja, je nach den örtlichen Verhältnissen für gewisse Stunden, z. B. von 10—3 Uhr, die Abfuhr ausgesetzt, und bei einem Theil der Strassen recht frühzeitig ausgeführt werden kann. Eine allen Ansprüchen genügende Tagesabfuhr des Hausmulls setzt nur gute, leistungsfähige Abfuhrwagen, möglichst einheitliche Gestaltung der tragbaren Kehrichtbehälter und gut ausgebildete Mannschaften voraus. Es ist schon möglich, mit den früher beschriebenen Strassenkehrichtwagen und halben mit Deckeln verschlossenen Petroleumfässern als Kehrichtbehältern einen guten und ziemlich staubfreien Betrieb einzurichten, wenn die Kehrichtmannschaften angewiesen werden, bei dem Ausleeren der Kehrichtbehälter in die Abfuhrwagen nur eine Deckelplatte zu öffnen und die Entleerung des Kehrichtgefässes in den Wagen durch vorsichtiges Einschütten in die aufstehende mässig grosse Oeffnung vorzunehmen. — Kehrichtwagen und Kehrichtgefässe würden hierbei etwa alle 3 Monate durch Uebertünchen der Innenwände mit Kalkmilch und darauf folgendem Abwaschen derselben zu desinficieren sein.

Abfuhr in den frühen Morgenstunden.

Tagesabfuhr.

Desinfection der Abfuhrwagen und Sammelgefässe.

Die Kehrichtabfuhr ist aber weiter so verbesserungsfähig, dass Belästigungen, insbesondere Staubentwicklungen beim Beladen der Abfuhrwagen vollständig ausgeschlossen sind.

Verbesserte, staubfreie Kerichtbeseitigung.

In dieser Hinsicht sei darauf hingewiesen, dass es durch Anordnung von Einwurföffnungen an Stelle der Klappdeckel, welche mit Ansatzstück und Verschlussschiebern versehen sind, möglich ist, ohne jede Staubentwickelung, ja ohne dass Jemand den Kehricht zu Gesicht bekommt, diesen von den Sammelgefässen in den Wagen zu verbringen. Es ist hierzu weiter nur noch erforderlich, dass auch das tragbare Sammelgefäss mit einem durch eine Schieberklappe versehenen passenden Ansatzstück ausgestattet wird. Bei Einrichtung von Kehrichtfallröhren (siehe das Kapitel über Kehricht), deren Anwendung nicht genug empfohlen werden kann, hat auch die Fallröhre am unteren offenen Ende, an welches die Kehrichttonne durch Bayonnett- oder geeigneten Hakenverschluss befestigt ist, einen Verschlussschieber. Derselbe wird nach Entfernung der Tonne geschlossen, um die während der Abwesenheit der Tonne in das Fallrohr eingeworfenen Abfälle in denselben zurückzuhalten. Nach Wiederanbringung des Sammelgefässes wird der genannte Schieber nebst dem des Sammelgefässes geöffnet und dadurch bei äusserem Abschluss die Verbindung zwischen Kehrichttonne und Fallrohr wieder hergestellt. Durch Ein-

Wageneinwürfe und Kehrichtgefässe mit Ansatzstücken und Verschlussschiebern.

Dementsprechende Kehrichtfallröhren.

richtung dieser Kehrichtfallröhren gelangt somit der Kehricht fast unmittelbar von seinem Entstehungsorte ab in die Sammeltonne ohne auf dem Wege dorthin die Luft zu verunreinigen oder sonstwie zu Belästigungen Veranlassung zu geben. —

Eine auf dem Princip der verschliessbaren Wageneinwürfe beruhende Construction der Mullkästen und Abfuhrwagen hat sich Goldstein (Berlin) patentieren lassen. Der Mullkasten besteht aus einem eisernen, nach oben sich etwas verengenden vierkantigen Gefäss, welches mit Deckel versehen ist und dessen Boden eine ausziehbare Schieberplatte bildet. Der Abfuhrwagen besitzt einen Eisenkasten mit 4—6 Einwurfsöffnungen, welche ebenfalls durch Schieber verschliessbar und mit Aufsatzrändern versehen sind. Zum Gebrauche bei Fallrohreinrichtung ist jedoch die Goldstein'sche Construction nicht unmittelbar geeignet. —

Abfuhr ohne Umladung der Kehrichtsammelgefässe.

Jede Verbesserung der Kehrichtabfuhr setzt gleiche Sammelgefässe voraus. Dies ist auch der Fall, wenn versucht wird, um ein Umladen der Gefässe zu ersparen, dieselben unter Auswechselung durch mitgebrachte Leergefässe, nebst Inhalt abzufahren. Hierbei muss die Ladefähigkeit des Abfuhrwagens durch geeignete, meist quadratische Form der Sammelgefässe geschickt ausgenutzt werden. Obwohl dieses System wegen der sicheren Staubvermeidung und der leicht zu erreichenden Reinhaltung der Kehrichtbehälter viel Bestechendes hat, kann dasselbe bei Anwendung massiver Mullbehälter im Gegensatz zu anderen Autoren, zur Einführung nicht empfohlen werden, weil durch die als todte Last mitzuführenden Behälter der Abfuhrbetrieb zu sehr vertheuert wird.

Das Schlossky'sche Kehrichtabfuhrsystem.

Die Erkenntniss dieses Missstandes hat in neuester Zeit Schlossky, Direktor der Berliner Strassenreinigung, zu einer so bedeutenden Verbesserung dieses Abfuhrsystems geführt, dass es in dieser neuen Gestalt zur Einführung empfehlenswerth erscheint.

Die Verbesserung besteht im Wesentlichen darin, dass an Stelle der massiven Mullsammler verhältnissmässig leichte Asbestsäcke verwendet werden. Der Hausmullsammelapparat besteht hierbei nach der dem Verfasser durch Herrn Schlossky gewordenen Mittheilung aus dem eisernen Gestell und dem Sack. Ersteres, etwa 60 cm lang, breit und hoch, ist oben und unten durch Streben zusammengehalten. Einer der 4 Eckständer lässt sich vermittelst eines Charniers umklappen, so dass das Gestell nach zwei Seiten hin geöffnet werden kann. Eine Fussplatte, etwa 10 cm vom Boden entfernt, dient als Auflage für den Sack. Dieser, aus starkem Asbestgewebe hergestellt, passt genau in das Gestell hinein. Vier nächst dem Mantelrande angebrachte

Oesen dienen dazu, den Asbestsack an die knopfartigen Obertheile der vier Ständer anzuhängen. Zwei Handhaben an der Seite erleichtern den Transport des gefüllten Sackes, dessen über das Gestell hinausragender Theil seitwärts heruntergeschlagen wird. Ein über dem so hergerichteten Apparat angebrachter Blechdeckel schliesst denselben nach oben ab.

Zum Gebrauch des Apparates ist Folgendes zu bemerken: Die Abfuhrleute klappen den Blechdeckel auf, streifen den Sack in die Höhe, schnüren und binden oben zu, haken ab, öffnen mit einem Griff das Gestell, heben den gefüllten Sack seitwärts heraus, klappen das Gestell wieder zu, hängen einen Reservesack ein und tragen den gefüllten Sack nach dem Abfuhrwagen. Von einem Verstauben des Hausmulls kann hinfort keine Rede mehr sein. Zum Transport des in Säcken befindlichen Unraths kann jede beliebige Wagenconstruction angewendet werden, welcher Umstand bei Vergebung der Abfuhr Seitens der Stadt an Unternehmer von finanzieller Bedeutung ist. Das Umladen des Kehrichts behufs seiner weiteren Fortschaffung durch Eisenbahnen und Schiffe u. s. w. ist besonders erleichtert. Für die Ausnutzung des Laderaumes des Abfuhrwagens hat die Anwendung der Säcke gegenüber den zu transportierenden festen Sammelgefässen den Vortheil, dass bei der oft statthabenden unvollständigen Füllung der Sammler die Säcke das entsprechende kleinere Volumen im Abfuhrwagen einnehmen, während die festen Gefässe immer den gleichen Raum beanspruchen, daher nur in stets gleich bleibender Anzahl verladen werden können.

Gebrauch des Schlossky'schen Apparates.

Asbestgewebe, also ein unverbrennliches Material, ist desswegen nothwendig, weil es trotz polizeilichen Verbots häufig vorkommt, dass heisse Asche in die Mullbehälter gebracht wird. Es ist klar, dass die Asbestsäcke auch bei Einführung von Kehrichtfallröhren vortheilhaft Verwendung finden könnten, da dieselben leicht etwas über das untere Rohrende gezogen und an daselbst angebrachten Haken aufgehängt werden könnten. Hierbei empfiehlt es sich aber, die Säcke mit einem aufklappbaren Gehäuse aus Eisenblech zu umgeben, auf dessen Boden der Sack aufsitzt. Auch erscheint es zweckmässig, behufs Erzielung vollständiger Dichtigkeit des Asbeststoffes den unteren Theil des Sackes mit geeignetem Material, beispielsweise Wasserglas, zu imprägnieren.

Das Schlossky'sche Verfahren bedeutet zweifellos eine wichtige Verbesserung für die Kehrichtbeseitigung. Es liegen aber noch nicht ausreichende Erfahrungen darüber vor, ob sich das System im Wesentlichen ohne finanzielle Mehrbelastung gegenüber den auf dem zuerst

beschriebenen Principe (staublose Entleerung der Mullbehälter) beruhenden Methoden, welche auch allen berechtigten Ansprüchen genügen, durchführen lässt. —

Kosten der Hauskehrichtabfuhr.

Die Kosten einer gut durchgeführten Hauskehrichtabfuhr einschl. der unschädlichen Beseitigung derselben durch landwirthschaftliche Verwerthung, nach grober Aussortierung der einen Marktwerth besitzenden fremden Gegenstände, belaufen sich auf den Kopf der städtischen Bevölkerung jährlich auf 0,70 bis 1,00 M. (thatsächliche Kosten in Wiesbaden 1,00 M.). Im Durchschnitt können wohl 0,80 M. bei mittleren, und 1 M. bei grösseren Städten angenommen werden. —

Entleerung der Sand- u. Schlammbehälter der Hausentwässerungen.

Zu den Hausabfällen sind noch die in den Behältern der Hofsinkkasten, der Sand- und Fettfänge, sowie die in den sonstigen Wasserverschlüssen der Hauscanalisationen sich sammelnden Schmutz-, Sand- und Fettstoffe zu zählen. Dieselben können in grösseren Gemeinwesen mittelst des Abfuhrbetriebes für Hausmull nicht beseitigt werden, da sie stets mit einer grösseren Wassermenge durchsetzt sind. Ihre Abfuhr könnte aber durch die Strassenschlammwagen besorgt werden; indess ergeben sich für diesen gleichzeitigen Reinigungsbetrieb verschiedentliche Schwierigkeiten betreffs der Arbeitseintheilung und der zu treffenden zeitlichen Dispositionen. Desshalb ist es am zweckmässigsten, hierfür eine besondere Abfuhreinrichtung zu treffen.

Zweckmässigkeit einer besonderen Abfuhreinrichtung hierfür.

Obwohl die regelmässige, gut controlierte Reinigung der Haussinkstoffbehälter höchst nothwendig erscheint, um die Entstehung übler Gerüche zu vermeiden, und einen jederzeitigen ungestörten Abfluss der Schmutzwässer nach den Canälen zu sichern, demgemäss alle Veranlassung gegeben ist, dass Seitens der Stadtgemeinden auch die Entleerung dieser Behälter und die Abfuhr des Inhalts in die Hand genommen werde, so wird die Erledigung dieser Reinigungspflicht fast in allen Städten dem Hausbesitzer überlassen. Der Verfasser hat im Jahre 1887 die Reinigung der Sinkstoffbehälter der Hausentwässerungen durch städtischen Betrieb mit bestem Erfolge in Wiesbaden eingeführt. Obgleich nur die Entleerung der an den Strassenfaçaden der Häuser liegenden Regenrohrsandfänge Seitens der Stadtgemeinde obligatorisch ist und bei derjenigen im Hausinnern, also der Sinkkästen in Höfen und Waschküchen etc., die Hausbesitzer im blossen Abonnementsverhältnisse zur Stadtgemeinde stehen, sich also jederzeit an- und abmelden können, findet dieselbe städtischerseits doch bereits für die Mehrzahl aller Anwesen statt.

Einrichtungen eines städtischen

Es hat sich gezeigt, dass dieser Reinigungsbetrieb am rationellsten mit Hülfe von Handschlammkarren, welche etwa 300 l halten

und von 2—3 Mann, einschl. eines Obmannes, gezogen werden, erfolgt. Jedem der eisernen, mit dichtem Verschlussdeckel versehenen Karren sind 2 Eimer von je 15 l Inhalt, kleine Schaufel- und Löffelbagger, sowie zwei Steinkrüge mit Desinfectionsmitteln (Kalkmilch und Karbolsäure, zum Theil auch Eisenvitriollösung) beigegeben. Die Arbeiter begeben sich mit Eimern und Desinfectionsmitteln und wo nöthig Baggerwerkzeug in die betreffenden Häuser, entleeren den Schlamminhalt der Sinkstoffbehälter in den Eimer, desodorisieren, falls sich bei der Entleerung missständiger Geruch zeigt, mit den zur Verfügung stehenden genannten Mitteln und entleeren den Schlamm aus den Eimern in den Abfuhrwagen. Der Inhalt aller Abfuhrwagen wird nach einer Centralstelle gefahren, von welcher aus entweder mittelst grosser Abfuhrwagen die weitere Fortschaffung des Schlammes erfolgt, oder in welcher, wie dies in Wiesbaden geschieht, derselbe unter Vermittelung eines durchspülbaren grösseren Sandfanges einem Hauptsammelcanale übergeben wird. Der Sandfang ist in solchen Dimensionen ausgeführt, dass alle durch das im Sammelcanal fliessende Wasser nicht abschwemmbaren Stoffe in ihm zur Ablagerung gelangen. Diese meist sandigen Ablagerungen werden von Zeit zu Zeit durch Abfuhr auf das Feld beseitigt. — Während in den Seitencanälen die eingebrachten Schlammstoffe liegen bleiben würden, wesshalb sie eben in den Sinkstoffbehältern zurückgehalten werden müssen, werden dieselben nach Durchfluss durch den Sandfang von der verhältnissmässig grossen Wassermenge der Hauptsammelcanäle anstandslos mitgeführt und so ein billiger und einwandfreier Wassertransport, sei es zu städtischen Kläranlagen, sei es zu Rieselfeldern bewirkt. — Auf der genannten Centralstelle werden nach jeder Tour die Schlammwagen vollständig gereinigt und mit Wasser abgespült. Auch sind daselbst Fässer aufgestellt, aus welchen die für jede Fahrt benöthigten Desinfectionsmittel wieder entnommen werden können.

Reinigungsbetriebes für die Sinkstoffbehälter der Hauscanalisation.

Die Kosten eines derartigen Betriebes betragen nach den in Wiesbaden gemachten Erfahrungen auf den Kopf und das Jahr durchschnittlich 60 Pfennige.

γ) Beseitigung der Kehrichtstoffe.

Wenn die erste hygienische Forderung, geordnete Sammlung und geregelte Fortschaffung der sämmtlichen Kehrichtstoffe aus dem Bereich der Städte, erfüllt ist, so muss für den unschädlichen Verbleib der anfallenden grossen Schmutzstoffmengen gesorgt werden.

Die landwirthschaftliche Verwerthung der Kehrichtstoffe.

Am naheliegendsten ist die Uebergabe der Kehrichtstoffe an den Boden, sei es zur blossen dauernden Ablagerung, sei es als Düngemittel für bebaute Bodenflächen oder auch nur als Beimischung zum Boden behufs Verbesserung der physikalischen Eigenschaften desselben.

Während aber die Beseitigung der in einzelnen Anwesen entstehenden Kehrichtsoffe durch Uebergabe an den Boden verhältnissmässig leicht unter Beobachtung aller hygienischen Anforderungen geschehen kann und auch für kleinere Ortschaften die Kehrichtunterbringung in der Weise wie sie in früheren Kapiteln über die Beseitigung desselben aus einzelnen Haushaltungen und Gebäudecomplexen geschildert wurde, ohne Weiteres durchführbar ist, ergeben sich mit der zunehmenden Grösse der Sädte immer mehr Schwierigkeiten gegen diese einfachste Art der Kehrichtbeseitigung. Dieselben liegen in der gewaltig anwachsenden Unrathsmenge, welche soviel für die landwirthschaftliche Verwerthung werthlose und zum Theil von den Feldern wieder zu beseitigende Stoffe (Glas, Scherben, Blech u. s. w.) enthalten, dass die Bodenbewirthschafter schon eine gewisse *Sortierung* der Kehrichtmassen voraussetzen, wenn sie dieselben als Dünger übernehmen oder deren Ablagerung auf ihren Grundstücken zulassen sollen. So lange es mit nicht zu grossen, im Vergleich zu anderen Beseitigungsmethoden noch angemessenen Opfern erreichbar ist, sollte jede Stadtverwaltung daran festhalten, die Kehrichtabfälle ohne Sortierung unmittelbar auf die umliegenden Aecker zu transportieren. —

Mit der Grösse der Städte zunehmende Schwierigkeiten der Kehrichtunterbringung.

Verlangen der Landwirthe nach Sortierung des Kehrichts.

Kehrichtlagerung auf Lagerplätzen, welche den Grundbesitzern gehören.

Gelingt es noch, wie fast immer bei kleineren Ortschaften, im Benehmen mit den Grundbesitzern den Kehricht an mehrere für die verschiedenen Grundstücke geeignete private *Ablagerungsplätze* zu verfahren, von welchen aus die weitere Unterbringung auf das Feld *durch die Bauern unter Bezahlung für den Kehricht oder mindestens kostenlos besorgt* wird, so muss bereits in vielen anderen Fällen ein nicht immer leicht zu erzielendes Uebereinkommen mit den Grundbesitzern dahin geschaffen werden, dass dieselben zu den Düngezeiten die Belastung ihrer Felder mit den Kehrichtstoffen *gestatten*, wobei sie das Einarbeiten in den Boden entweder kostenlos besorgen oder auch hierfür bereits Entgelt verlangen. Das letztere, allerdings selten vorkommende Verlangen wird an Orten gestellt, an welchen die Arbeitskräfte so theuer sind, dass das Ausbreiten des Kehrichts auf das Feld, die vermehrte Umgrabearbeit, und die Hinwegräumung der zu beseitigenden grösseren Scherben und Metalltheile den Dungwerth des Kehrichts übersteigen.

Betreffs dieses Werthes wird hier bemerkt, dass durchschnittlich in 1000 kg lufttrockenem Haus- und Strassenkehricht nur 3—6 kg Phosphorsäure, 2—4 kg Stickstoff und 1—4 kg Kali enthalten sind. Da diese sämmtlichen Pflanzennährstoffe zum grössten Theil im Kehricht in schwer löslicher Form vorhanden sind, so können für die Werthbemessung desselben nicht die vollen Marktpreise für die genannten Pflanzennährstoffe angesetzt werden. Manche Böden sind ausserdem genügend reich an phosphorsauren und Kalisalzen, besonders an letzteren, so dass unter Umständen nur der im Kehricht enthaltene Stickstoff für dessen Dungbewerthung in Betracht kommt. Hiernach kann angenommen werden, dass 1000 kg Haus- und Strassenkehricht als Dünger durchschnittlich einen Werth von 1,20—4,20 M. auf dem Felde besitzen. Dungwerth des Kehrichts.

Es ist hieraus ersichtlich, dass sich für den Landwirth das Abholen des Kehrichts von den Lagerstellen im Allgemeinen lohnt, dass sogar unter günstigen Verhältnissen von ihm noch etwa 0,50—1,00 M. für je 1000 kg an der Abholungsstelle gezahlt werden können und dass es in den meisten Fällen einen nicht unerheblichen Gewinn für ihn bedeutet, wenn ihm der Kehricht unmittelbar auf die Felder gefahren wird. Würde beispielsweise das Ausbreiten des Kehrichts, das Freihalten des Feldes von unbrauchbaren Gegenständen und das tiefere Untergraben der letzteren etwa 1 M. Unkosten auf je 1000 kg Kehricht ausmachen, so könnte der Landwirth für dieses Kehrichtquantum auf dem Felde durchschnittlich 1,75 M. bezahlen. Bei dem oben angegebenen niedrigsten Dungwerth von 1,20 M. kann er allerdings nichts mehr vergüten. Er muss sogar, wie erwähnt, eine Prämie für die Aufnahme des Kehrichtdüngers verlangen, sobald sich die Unterbringungskosten auf mehr als 1 M. für 1000 kg belaufen.

Aus dieser Betrachtung geht hervor, dass die Kosten für die Kehrichtabfuhr, soweit dieselbe unmittelbar von dem Inneren der Städte auf das Feld oder von den Kehrichtlagerplätzen aus geschieht und solange die Transportweite nicht zu gross wird (als Grenze dürften etwa 3 km angenommen werden) durch den Düngerwerth des Kehrichts in der Regel aufgewogen werden. Die Transportkosten von der Stadt bis zum Kehrichtlagerplatz oder für die allenfallsige Mehrentfernung bleiben ungedeckt.

Für grössere Städte, bei welchen fast stets der Kehricht grosse Weglängen zurückzulegen hat, ist es desshalb von besonderer Wichtigkeit, vorhandene billige Transportgelegenheiten, wie sie durch Wasserwege, Feldbahnen u. s. w. geboten werden, zu benützen.

Bei Städten bis zu etwa 30 000 Einwohnern gelingt es gewöhn-

Kehrichtverbringung auf die Felder bei Städten unter 30 000 Einwohner.

lich, den Kehricht unmittelbar auf die Felder oder auf Lagerplätze, welche dem Landwirthe gehören, zu verbringen. Die weitere Verwendung des Kehrichts von dem Lagerplatze aus ist hierbei Sache der Eigenthümer. In gesundheitlicher Hinsicht ist bei dieser Einrichtung zu fordern, dass der Kehricht auf den Feldern möglichst bald untergearbeitet wird, dass die Kehrichtlagerplätze von den jeweiligen Stadtbebauungsgrenzen überall mindestens 500 m, von der Landstrasse mindestens 100 m entfernt liegen, dass Brunnen in der Nähe der Lagerplätze nur dann angelegt werden dürfen, wenn dieselben ihr Wasser tieferen, von der Verunreinigung durch Sickerwasser vom Kehrichtlagerplatze her sicher ausgeschlossenen Grundwasserschichten entnehmen und endlich, dass der Kehricht in geordneter Weise gelagert und regelmässig abgefahren wird. Die Herstellung von Compostdünger auf solchen Plätzen ist zu gestatten und für den Landwirth empfehlenswerth.

Bei Städten über 30 000 Einwohner erweisen sich für die gesicherte Kehrichtbeseitigung eigene Kehrichtlagerplätze erforderlich.

Bei Städten über 30 000 Einwohner ergeben sich bereits so grosse Kehrichtmengen, dass es nicht mehr möglich ist, den Kehricht zu den Zeiten, in welchen nicht gedüngt werden kann, auf privaten Lagerplätzen unterzubringen. Entweder würden zahlreiche kleinere Kehrichtlager den ganzen Umkreis der Stadt besetzen, so dass Luft und Boden in ganz unzulässiger Weise verunreinigt werden, oder es wären Lagerplätze von solchem Umfang herzustellen, dass dieselben von Privaten unmöglich den hygienischen Grundsätzen gemäss einzurichten und zu verwalten sein würden. Ausserdem ergeben sich bei grösseren Städten so bedeutende Mengen für die Düngung gänzlich unbrauchbarer oder doch minderwerthiger Kehrichtabfälle, insbesonders Steine, Scherben u. s. w., sowie schlammiger Strassenabzug, dass der Landwirth in Ansehung der verfügbaren grossen Menge brauchbaren Kehrichts diese Stoffe auf den Plätzen liegen lässt. Es ist desshalb für grössere Städte unbedingt die Anlage eines oder nach Erforderniss mehrerer eigener Kehrichtlagerplätze geboten.

Anforderungen an die Kehrichtlagerplätze.

Ausser den vorhin schon angegebenen Forderungen, welche Kehrichtlagerplätze zu erfüllen haben, sind bei derartigen städtischen Plätzen noch besonders folgende Punkte zu beachten. Sie dürfen nicht so gelegen sein, dass durch die vorherrschende Windrichtung der daselbst entstehende Staub und Geruch nach der Stadt wieder hingetragen werden kann. Ein Terrain, welches voraussichtlich in wenigen Jahren zu Baustellen verwendet wird, sollte nicht als Kehrichtlagerplatz benutzt werden. Es ist wichtig, den Platz so zu wählen, dass gute Zu- und Abfuhrwege, überhaupt gute Communicationsmittel zur Verfügung stehen. Lagerplätze in der Nähe von Wasser-

strassen oder an Orten, welche den Eisenbahnanschluss gestatten, sind zu bevorzugen.

Der Betrieb auf den Kehrichtlagerplätzen ist wie folgt zu gestalten. Zunächst ist zwischen Strassenkehricht und Hauskehricht zu unterscheiden. Mit dem einen Theil des Strassenkehrichts, dem Strassenschlamm, ist auf den Lagerplätzen nichts anzufangen, da derselbe seines sehr geringen Dunggehaltes halber nur in Ausnahmefällen, wenn er zur physikalischen Verbesserung des Bodens brauchbar ist, vom Landwirth angenommen oder abgeholt wird. Es empfiehlt sich daher, den Schlamm lieber gar nicht nach den Lagerplätzen zu verbringen, sondern zu Ausfüllungen bestimmter, von der Stadt entfernt liegender Plätze zu benutzen. Sind solche Plätze nicht vorhanden, so kann der Strassenschlamm auf den Kehrichtlagerplätzen gelagert und mit dem eigentlichen Strassen- und Hauskehricht in dem durch die Jahresmengen bestimmten durchschnittlichen festen Mischungsverhältnisse compostiert werden. In solchem Falle sind aber die Landwirthe nur bei intensiver Bodencultur und wenn es sich um schwere Bodenarten handelt, geneigt, derartigen Compostdünger zu übernehmen. Treffen solche Verhältnisse nicht zu, so muss städtischerseits Terrain zur Aufhöhung durch Schlammablagerung aus eignen Mitteln beschafft werden, sofern nicht zur später beschriebenen Verbrennung der gesammten Kehrichtmassen geschritten wird. Die Ablagerung von Strassenschlamm ist in hygienischer Hinsicht nicht ganz unbedenklich, da derselbe zahlreiche pathogene Keime enthalten kann. Allein er ist doch wesentlich ungefährlicher als der Strassenkehricht, besonders bei guten Strassenreinigungseinrichtungen. Man bedenke hierzu, dass der Strassenschlamm nur bei Regenwetter entsteht, dann aber — wenigstens in chaussierten Strassen, welche ihn hauptsächlich liefern — in viel grösserer Menge als der trockene Strassenkehricht erzeugt wird, und die von der Strassenoberfläche kommenden organischen Stoffe desshalb einen weit geringeren Procentsatz ausmachen als dies beim trockenen Strassenkehricht der Fall ist. — Der gewöhnliche Strassenkehricht, welcher bekanntlich zum grossen Theil aus Pferdedünger besteht, ist der für die Düngung werthvollste Bestandtheil des gesammten Strassen- und Hauskehrichts. Er ist desshalb als ein Aufbesserungsmittel für den Hauskehricht zu bezeichnen und am zweckmässigsten mit den übrigen Kehrichtmassen zu compostieren. —

Betrieb auf den Kehrichtlagerplätzen.

Der Hauskehricht ist noch sorgfältiger als der Strassenkehricht vor seiner Compostierung einer Sortierung zu unterwerfen. Zu diesem Zwecke werden Metall-, Glas-, Steingut- und andere Bruchstücke, sowie alle grösseren nicht fäulnissfähigen festen Gegenstände sofort nach

Sortierung des Hauskehrichts.

der Entleerung der Kehrichtwagen mittelst Harken ausgeschieden und an Althändler verkauft. Grobe Thonscherben und Steinzeugmaterial, sowie Steine werden meist zur Befestigung von untergeordneten Wegen verwendet, zu welchem Zwecke sie sich einigermassen eignen. Die Sortierung kann auch mechanisch durch verschiedenmaschige Gitter- oder Siebtrommeln geschehen, soweit es nützlich erscheint, diese Gegenstände nach ihrer Grösse auszuscheiden. Auf alle Fälle ist das Sortieren des Kehrichts aber ein hygienisch sehr bedenklicher Vorgang. Nicht allein, dass die Sortierer der Infectionsgefahr ausgesetzt sind, auch durch die Abgabe der ausgesammelten Gegenstände können ansteckende Krankheiten übertragen werden. Das Sortieren ist aber bei städtischen Kehrichtlagerplätzen fast immer als ein nun einmal nothwendiges Uebel eingeführt, weil dadurch erreicht wird, dass der Compost aus mehr gleichmässigem und fäulnissfähigem Material besteht und einen landwirthschaftlich höheren Werth besitzt. — Die Sortierung des Strassenkehrichts könnte in canalisierten Städten wesentlich verbessert werden, wenn sie auf nassem Wege in der Weise vorgenommen würde, dass der Kehricht erst durch Wasser ausgespült und hernach sortiert wird. Dies geschieht z. B. auf Anregung des Verfassers in neuester Zeit mit dem Strassenkehricht in Wiesbaden, wobei das abgehende Wasser, unter Vermittelung eines Sandfanges dem Abwassercanal zufliesst. — Auf alle Fälle ist die Kehrichtsortierung auf ein möglichst geringes Maass zu beschränken. Auch ist es empfehlenswerth, wenn die aussortierten Gegenstände etwa $^1/_2$ bis ein Jahr lang lagern, ehe sie dem Handelsverkehr übergeben werden, weil innerhalb dieser Zeit die meisten Bacterien zu Grunde gehen. —

Die Sortierarbeit ist hygienisch bedenklich.

Behandlung der Compostdüngerhaufen.

Die aus dem Strassen- und Hauskehricht hergestellten Compostdüngerhaufen sind gleichfalls in der Regel ein Jahr lang sich selbst zu überlassen. In dieser Zeit gehen die organischen Stoffe unter Bildung von Ammoniak und Salpetersäure in Fäulniss bezw. Verwesung über. Dieser Process kann wesentlich beschleunigt werden, wenn die Composthaufen mit Kalkmilch begossen werden. Auch ist es zweckmässig die Composthaufen mit einer dünnen Lage Torfmull zu überdecken, durch welches das entstehende Ammoniak zurückgehalten wird. Von Zeit zu Zeit ist die Abfuhr der Composthaufen an die Landwirthe zu vergeben, soweit nicht feste Verträge für die Abnahme bestehen. Stets ist hierbei die Vorsicht zu gebrauchen, dass die am längsten lagernden Düngerhaufen zuerst abgefahren werden, weil in diesen die Krankheitskeime entweder ganz oder doch zum grössten Theil durch die Fäulnissvorgänge vernichtet sind. Bei dem Betriebe der Kehrichtlagerplätze sollte nie ausser Betracht ge-

lassen werden, dass die directe Verbringung des Kehrichts auf das Feld in hygienischer und finanzieller Hinsicht als die vortheilhaftere Maassnahme angesehen werden muss. —

Gleichwohl ist man in grossen Städten, insbesonders für die Innengebiete derselben, wegen der weiten Wege gezwungen, die schliessliche Beseitigung des Kehrichts von den Lagerplätzen aus zu bewirken. Es tritt desshalb nicht selten der Fall ein, dass die Kehrichtmengen in diesen Depots fortwährend anwachsen, weil die Abfuhr nicht gleichen Schritt mit der Zufuhr hält.

Verbrennung der Kehrichtstoffe.

Um die Kehrichtanhäufungen auf den Lagerplätzen zu vermeiden, ist man nothgedrungen dazu übergegangen, den trockenen Kehricht in freien Haufen zu verbrennen und den Rückstand zu Terrainauffüllungen und Befestigungen von Feldwegen zu verwenden. Diese Art der Verbrennung muss aber entschieden missbilligt werden, weil mit ihr ein für die Umgebung äusserst lästiger Geruch verbunden ist und die Verbrennung selbst nur recht unvollständig vor sich geht.

Verbrennung in freien Haufen.

Ein ganz neues Feld hat sich dagegen der Beseitigung und Verwerthung der städtischen Kehrichtmengen durch die zuerst in England bewerkstelligte und sowohl in diesem Lande als in Amerika betriebene und zu hoher Entwickelung gelangte Verbrennung der Abfälle in besonders construierten Oefen, den Kehrichtverbrennungsöfen (Destructoren) erschlossen.

Die Kehrichtverbrennungsöfen.

Bei einem rationell construierten Verbrennungsofen gelingt es nicht nur, die gesammte einer Stadt anfallende Kehrichtmasse, einschliesslich des Strassenschlammes, sofern derselbe im übrigen Kehricht gleichmässig vertheilt wird, ohne besonderen Aufwand an Brennmaterial, einzig und allein durch den eigenen Gehalt an brennbaren, organischen Substanzen vollständig zu mineralisieren, sondern auch die hierbei entstehende Wärme für anderweitige Zwecke, wie Dampfbereitung und dadurch zur Leistung von Arbeit auszunutzen.

Leistung eines gut construierten Verbrennungsofens.

Wohl wird häufig angegeben, eine derartige Kehrichtverbrennung sei nur in England und Amerika möglich, weil dort bei der üblichen Kaminfeuerung die Kohlen weniger gut ausgenützt würden und der Kehricht daher durch die ihm zugeführte Kaminasche mehr brennbare Stoffe enthielte. Indess haben Beobachtungen in England ergeben, dass auch zu solchen Zeiten, in welchen sehr wenig geheizt wird und somit wenig Kohlenreste in dem Kehricht vorhanden sein können, derselbe vollkommen brennbar bleibt. Es ist desshalb auch mit Bestimmtheit zu sagen, dass der Kehricht der continentalen Städte nicht

Kehricht ist brennbar.

minder brennbar sein wird. Versuche, welche Verfasser mit Wiesbadener Hauskehricht anstellen liess, haben beispielsweise das Resultat ergeben, dass dieser Kehricht nicht allein ohne Zusatz von fremdem Feuerungsmaterial brennt, sondern, dass die dabei entstehende Hitze gleichzeitig fast das gleiche Volumen aus Klärschlamm hergestellter Ziegel gar zu brennen vermag. Sollte wirklich ausnahmsweise der eine oder andere Theil des anfallenden Kehrichts nicht selbst die nöthige Menge verbrennbarer Stoffe enthalten, so ist doch mit Sicherheit anzunehmen, dass es nur eines geringen Zuschusses von Kohle- oder Coakesabfällen bedarf, um die völlige Verbrennung durchführen zu können. Die bei der Verbrennung verbleibenden Ueberreste betragen nach englischen Erfahrungen 20—30 % des Gesammtkehrichtgewichts und bestehen aus klinkerhartgebrannten Schlacken- und Aschentheilen. Die Schlacken werden zerkleinert und können mit der Asche entweder ohne jedes hygienische Bedenken, da sie frei von allen organischen Stoffen und Lebewesen sind, zu Strassen und Wegbefestigungen oder als Zusatzmaterial zur Herstellung von künstlichen Mauersteinen und Platten aus hydraulischem Kalk- oder Cementmörtel verwendet werden. Die zu diesem Zwecke nothwendige weitere Verarbeitung der Schlacken und Asche erfolgt durch Zerkleinerungs- und Mörtelmischmaschinen, welche durch den in der Dampfkesselanlage von den Feuergasen der Kehrichtverbrennung erzeugten Dampf getrieben werden. — Fein gemahlene Kehrichtschlacke, mit Kalkpulver vermischt, giebt ein hydraulisches Bindematerial, welches bei Bauten lohnende Verwendung findet.

Verbrennungsrückstände.

Der erste brauchbare Kehrichtofen wurde nach manchen misslungenen Versuchen in England Ende der 70er Jahre durch Fryer errichtet, welcher ihn patentieren liess und mit dem Namen „The Destructor“ bezeichnete. Fryer hatte erkannt, dass die Querschnitte der Luftzuführungscanäle, der Feuergas- und Rauchabzüge (Füchse), sowie die Rostflächen im Gegensatz zu anderen Feuerungsanlagen sehr reichlich bemessen werden müssen, weil der Kehricht, in welchem die brennbaren Stoffe mit einer grossen Menge mineralischer Körper vermischt sind, in nicht zu dicken, und grössere Flächen einnehmenden, Schichten verbrannt werden muss, und sich ausserdem bei dieser Verbrennung sehr viel Wasserdampf, in Folge des meist weit über 40 % betragenden Wassergehaltes des Kehrichts, entwickelt.

Der Kehrichtverbrennungsofen von Fryer.

Der Fryer'sche Kehrichtverbrennungsofen besteht aus mehreren Verbrennungszellen von rechtwinkligem Querschnitt, welche mit ihren Längsseiten nebeneinander liegen. Das obere Ende der unter einem Winkel von 20° geneigten Zelle ist durch eine senk-

rechte Wand in zwei Hälften getheilt. Der eine Raum steht in Verbindung mit dem zum Schornstein führenden Hauptfuchs, der andere dient zur Aufnahme des durch eine Schachtöffnung von oben einzuwerfenden Kehrichts. Der Boden des unteren Theils der Zelle wird durch einen etwa die halbe Zellenlänge einnehmenden Eisenstabrost gebildet, unter dem sich der Aschenraum befindet. Am unteren Ende der Zelle ist eine, die ganze Breite der Zelle, aber nur etwa $^1/_4$ der Höhe derselben, einnehmende Eisenthüre angebracht, durch welche die Kehrichtmassen mit eisernen Krücken auf den Rost herabgezogen, sowie die Schlacken herausgeholt werden können. Einer jeden parallelen Zellenreihe liegt eine andere derart gegenüber, dass beide mit ihren oberen Enden zusammenstossen. Unter diesen liegt der begehbare grosse gemeinschaftliche Hauptfuchs. Am oberen Ende der Zelle und zwar auf die Länge der Theilungsmauer ist der am Einfallschacht endigende Zellboden stärker, bis zu 40^0 geneigt, damit die eingeworfenen Kehrichtmassen leicht nach dem Verbrennungsraum von selbst vorwärts rutschen, wenn im unteren Raum Platz gemacht wird. Der Einwurfschacht endigt kurz über dem höchsten Punkte der Zelle auf einem Plateau, welches sich über die sämmtlichen Zellen erstreckt. Das äussere Aussehen einer aus 4—10 Zellen bestehenden Verbrennungsanlage hat also die Gestalt eines auf einer Breitseite liegenden Parallelopipeds. Dasselbe besitzt eine Breite von meist 7—8 m, eine Höhe von 3,5—4 m über dem Boden und für jedes Zellenpaar eine Länge von 2,4—3 m. Der Hauptfuchs befindet sich in der Längsaxe des Bauwerkes.

Das Profil desselben hat gewöhnlich 2 m Höhe, 1,2—1,5 m, ausnahmsweise 2,5 m Breite. An den beiden Längsseiten des Parallelopipeds befinden sich die Feuerthüren und die Ausgänge der Aschenräume.

Der Hauptfuchs geht nicht unmittelbar zum Schornstein sondern, theilt sich in 2 Canäle, von denen der eine sich zu einer grösseren Kammer erweitert, in welcher ein Dampfkessel eingebaut ist. In demselben wird durch die abgehenden Feuergase Dampf von gewöhnlich 3—5 Atmosphären Spannung erzeugt. Der andere Canal dient als Umlaufcanal, wenn der Dampfkessel nicht geheizt werden soll. Hinter diesem vereinigen sich beide Canäle zu dem nach dem Schornstein führenden Hauptfuchs.

Da der Kehricht in die auf die Plattform mündenden Einfallschächte eingebracht werden muss, so führt entweder zu dieser eine Fahrrampe oder die von dem Wagengestell abhebbaren Kehrichtkasten werden durch einen Aufzug nach und von der Plattform befördert. Auf dieser selbst beschränkt sich das Aussuchen des Keh-

richts nur auf solche Materialien, welche den Verbrennungsprocess zu hindern geeignet sind oder das Ausschlacken erschweren und auf den Werth der Klinker von ungünstigem Einflusse sind, wie z. B. Eisentheile, grössere Stücke Scherben und Glas, Blechgefässe u. s. w. Es ist nicht zu vermeiden, dass hierbei und ganz besonders beim Entleeren der Kehrichtbehälter Staub entsteht, wesshalb die Ueberbauung der Plattform durch wohl ventilierte, ausreichend (5—8 m) hohe Hallen geboten erscheint.

Die einzelne Zelle ist, wie auch die Feuercanäle, im Inneren mit feuerfesten Steinen ausgemauert. Die nutzbare, schräg gemessene Länge beträgt gewöhnlich 2,6—3 m, die lichte Höhe 1,0—1,2 m und die Breite 1,5 m.

Der Verbrennungsvorgang in der Fryer'schen Zelle.

Der Verbrennungsvorgang gestaltet sich bei den Fryer'schen Oefen wie folgt: Zunächst ist der Ofen durch Steinkohlenfeuer auf dem Roste anzuheizen, nachdem der Kehrichteinfallschacht vollständig gefüllt und der Kehricht über dem Schachte derart festgetreten oder festgestampft ist, dass durch diesen Schacht keinerlei Luftzug stattfinden kann. Sowie das Anheizfeuer im Gange ist, wird der Kehricht in der Zelle schichtenmässig ausgebreitet und dem Feuer langsam genähert. Die Feuergase streichen über die Kehrichtschichte hinweg und trocknen dieselbe so aus, dass der immer weiter vorgezogene Kehricht, sobald er an der über dem Roste liegenden Kohlenfeuerung anlangt, von selbst zu brennen beginnt und nunmehr ohne weiteres Zuthun die stetig nachzurückenden Kehrichtmassen fortbrennen. Durch die entstehende Hitze wird das mit feuerfesten Steinen ausgemauerte Zellinnere, besonders die Zelldecke glühend und strahlt eine sehr intensive Wärme aus, wodurch die Verbrennung eine gründlichere wird. Die grösste Gluth ist etwa in der Mitte des Rostes zu finden. — Um grössere Gegenstände, wie z. B. inficierte Matratzen oder infectiöse Thiercadaver ohne Vorwärmung sofort verbrennen zu können, ist an den Verbrennungsöfen kurz oberhalb des Rostes in der Regel eine zweite Einfallöffnung angeordnet, welche für gewöhnlich dicht verschlossen zu halten ist.

Wie ersichtlich, können in der Fryer'schen Zelle 3 verschiedene Zonen unterschieden werden. Die erstere am oberen Ende der Zelle bildet den Lagerraum für den eingebrachten Kehricht; die zweite den Vorwärm- und Trockenraum für den ausgebreiteten Kehricht, über welchen die Feuergase hinziehen; die dritte Zone wird durch den über dem Roste befindlichen Verbrennungsraum gebildet. Die Verbrennungsluft geht durch die Aschenthüre über die noch heisse Asche, erwärmt sich daselbst etwas und tritt durch den Rost zum Feuer. Die

entstehende Temperatur erreicht im Fryer'schen Ofen Höhen bis zu 600° C., geht aber gewöhnlich nicht über 400° C. hinaus. Eine vollkommene Verbrennung der Feuergase findet daher nicht statt. Desshalb und weil die Feuergase über den frisch ankommenden Kehricht streichen, bei dessen Austrocknung sie viel übelriechende Röst- und Destillationsprodukte mitnehmen, müssen die aus dem Hauptfuchse austretenden gasförmigen Endprodukte der Kehrichtverbrennung in den Fryer'schen Oefen nothwendig sehr übelriechend sein. Es ist dies der einzige Nachtheil, der sonst Vorzügliches leistenden Oefen. In England wird dieser Nachtheil in den meisten Fällen als Missstand desshalb nicht empfunden, weil durch Anlage sehr hoher Schornsteine (nie unter 40 m) die in die Atmosphäre austretenden Feuergase eine ausreichende Verdünnung erfahren, ehe sie wieder in den Bereich der Menschen gelangen. Indess ist es doch nicht ausgeschlossen, dass zu gewissen Zeiten (schwere Luft, Zeiten des Anheizens und Oeffnen der Feuerthüren) sich üble Gerüche bemerkbar machen.

Ein Nachtheil des Fryer'schen Ofens.

Es haben desshalb von Jones die Fryer'schen Oefen eine wichtige Verbesserung durch einen in den Hauptfuchs, vor dessen Einführung in den Dampfkesselheizraum, eingeschaltenen Rauchverzehrer erhalten.

Verbesserung durch Jones' Rauchverzehrer.

Der Jones'sche Rauchverzehrer (Patent) besteht aus einem Rostcoakesfeuer, über welches die Feuergase des Hauptfuchses hinwegstreichen müssen. Die in ihnen enthaltenen noch brennbaren Stoffe (Wasserstoff, Kohlenoxyd, unverbrannte Kohlen- und sonstige Staubtheile) werden hierbei vollständig verzehrt. Die Rostbreite ist gleich derjenigen des Hauptfuchses, die Länge gleich der Rostlänge in den Zellen, also 1,5—1,8 m. Die Beschickung des Stabrostes mit Coakes erfolgt durch Einwürfe von oben, während die Zuführung der für das Rostfeuer nöthigen Luft durch den unter dem Rost befindlichen Aschenraum mittelst besonderer Luftzuführungscanäle bewerkstelligt wird. Diese Luftzufuhrmenge ist regulierbar. — Die Rauchverzehrungsanlage wird gewöhnlich vom Hauptfuchs ausschaltbar angeordnet. Ueber den Coakesverbrauch bei den Rauchverzehrern sind zuverlässige Angaben nicht bekannt. Es ist aber anzunehmen, dass für eine Zelle etwa 70—140 kg oder im Mittel 100 kg Coaks täglich erforderlich werden. Die Kosten für die Rauchverbrennung kommen aber thatsächlich nicht in Betracht, da die durch dieses Brennmaterial erzeugte Wärmemenge entsprechend mehr verwerthbaren Dampf in der Dampfkesselanlage liefert. Allerdings sind alsdann unter Umständen für diese Kesselanlage etwas höhere Baukosten in Betracht zu ziehen. Die Rauchverzehrungsfeuerung kann gleichzeitig als An-

heizeinrichtung und Aushülfsfeuerung für die Dampfkessel benutzt werden. In den Jones'schen Rauchverzehrungsanlagen werden Temperaturen von über 700° C. erzeugt und es haben sich dieselben zur vollständigen Verbrennung ausreichend gezeigt.

Der Kehrichtofen von Healy-Thwaites.

Ein anderes Princip zur vollständigen Verbrennung des Kehrichts ist bei der Ofenconstruction von Healy-Thwaites angewendet. Der Bau der Zelle dieses Ofens lehnt sich im Allgemeinen an die Bauart der Fryer'schen Zelle an, jedoch mit dem Unterschiede, dass die Feuergase, nachdem sie den frisch eingebrachten Kehricht behufs dessen Trocknung bestrichen haben, nicht sofort in den Hauptfuchs gelangen, sondern in rückläufiger Bewegung einen über der Zelle befindlichen Canal durchziehen, dessen Sohle aus feuerfesten Steinen gewölbt ist und die Decke der Zelle bildet. Am unteren Ende, also gerade über der unteren Hälfte des Rostes, gelangen die Gase durch eine seitliche Oeffnung in einen zwischen je zwei Zellen nach abwärts zum Hauptfuchs sich hinziehenden Nebenfuchs. Dadurch, dass die Zellendecke nur aus einem mässig dicken Steinringe (12—15 cm) besteht und näher als beim Fryer'schen Ofen (50—75 cm) an die Grundfläche der Zelle gerückt ist, wird sie besonders in ihrem unteren über dem Zellenrost liegenden Theile sehr stark erhitzt, ja selbst in glühenden Zustand versetzt. In Folge dessen werden die darüber hinziehenden Feuergase vollständig verbrannt und geruchlos gemacht.

So richtig auch die Construction des Healy'schen Ofens ist, hat sich dieselbe in England doch nicht in der Praxis im gleichen Maasse wie der Fryer'sche Ofen bewährt. Es dürfte dies in folgenden Mängeln begründet sein: Die Wartung des Ofens bedarf ganz besonderer Aufmerksamkeit, weil durch zu grosse Anhäufung von Kehrichtmassen, besonders im oberen Theil der Zelle, der Durchgang für die Rauchgase gleich zu sehr verengt, ja unter Umständen ganz unterbrochen wird. Dieser Fall kann beim Fryer'schen Ofen nicht eintreten, weil derselbe eine viel grössere lichte Höhe hat und der obere Theil der Zelle, in welchen der Kehricht eingeworfen wird und in grösserer Menge lagert, durch eine Abschlussmauer von dem Raum, durch welchen die Feuergase austreten müssen, vollständig getrennt ist. Ausserdem ist es beim Healy-Ofen umständlich, die Rauchcanäle von etwaigem Ansatz zu befreien.

Der Horsfall-Ofen.

Mit ungleich grösserem Geschick hat Horsfall seinen neuesten patentierten Ofen construiert. Wie beim Healy-Ofen ist auch hier die Zelle etwas niedriger gebaut und durch eine feuerfeste gewölbte Decke in 2 Theile getheilt. Während aber beim Healy'schen Ofen die Feuergase zunächst über den vorzutrocknenden Kehricht streichen,

sich daher abkühlen und Wasserdampf, sowie andere Destillationsstoffe aufnehmen, dann in den über der Zelle liegenden Canal gelangen und durch die von der glühenden Zelldecke ausgestrahlte Hitze zur Verbrennung gelangen, findet in der Horsfall'schen Zelle der nachstehend beschriebene Verbrennungsvorgang statt.

Verbrennungsvorgang in der Horsfallzelle.

Zuvörderst sei noch vorausgeschickt, dass die Zelldecke am oberen Ende der Zelle keine Abzugsöffnung hat. Der Weg für die Feuergase nach dem oberen Zellenraum wird vielmehr dadurch gebildet, dass die Zelldecke an ihrem unteren Ende unmittelbar über dem stärksten Feuer vielfach durchbrochen ist. Beim Durchgang durch die hierdurch gebildeten Oeffnungen im glühenden Deckengewölbe werden die Feuergase vollständig verbrannt. Indem sie über den oberen, nicht durchbrochenen Theil des Deckengewölbes hinwegziehen, verleihen sie auch diesem einen so hohen Hitzegrad, dass er nach unten hin grosse Wärmemengen auf die im oberen Theil der Zelle lagernden Kehrichtmassen auszustrahlen und dieselben zu trocknen im Stande ist. Dem hierdurch aus dem Kehricht sich entwickelnden Wasserdampf und den sonstigen flüchtigen, brennbaren Substanzen steht aber kein anderer Weg offen, als derjenige nach der Stelle der lebhaftesten Verbrennung und von dieser durch das durchbrochene glühende Gewölbe. Hierbei wird der Wasserdampf in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt und Wassergas gebildet. Durch die alsdann erfolgende Verbrennung des letzteren werden sehr hohe Temperaturen erzielt.

Der über der Zelle liegende Feuerraum ist durch einen Schieber, welcher von der Plattform aus zu bedienen ist, in 2 Theile getheilt, wodurch der Feuerzug reguliert werden kann. Der vordere Theil, auf dessen Boden sich die Durchgangsöffnungen befinden, ist gegenüber dem Verbrennungsraum in der Zelle als der sekundäre Verbrennungsort zu bezeichnen. Während dieser mit den gleichen Kammern der übrigen Zellen in keiner Verbindung steht, sind die hinter dem Schieber liegenden Räume derart in freier Verbindung mit einander, dass sie einen Hauptfeuercanal bilden, in welchem die Feuergase zu den Dampfkesseln und von diesen zum Schornstein abziehen. Um die Vortheile, welche die Dampfzuführung zu den glühenden Kehrichtstoffen hinsichtlich deren vollständiger Verbrennung und Erzeugung hoher Wärmegrade hat, noch besser auszunützen und gleichzeitig einen kräftigen Luftzug hervorzurufen, ist unter jedem Rost ein Dampfinjector angebracht, welcher seinen Dampf von dem Dampfkessel aus erhält und ein Gemisch von Dampf und Luft an die Feuerstelle abgiebt. Es kann hierdurch der Zug nach Belieben verstärkt und eine lebhafte, intensive Verbrennung erzeugt werden.

Dampfinjector.

Beweglicher Rost. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass die Horsfall-Zellen einen beweglichen Rost besitzen, der von rückwärts entweder durch Maschinenkraft oder von Menschenhand bedient wird und durch welchen die in den Ofen eingebrachten Kehrichtmassen, dem Verbrennungsfortgange entsprechend, nach der Feuerstelle hingeschoben werden, so dass die vorderen Feuerthüren in der Regel nur beim Ausschlacken geöffnet zu werden brauchen.

Fester Rost. Hierdurch scheint dem Verfasser aber die Feuerungsanlage nicht so sicher und den jeweiligen Brandverhältnissen entsprechend bedient werden zu können, als bei den vorherigen Oefen, und könnte deshalb der bewegliche Rost ohne Schaden weggelassen werden. Jedoch muss darauf Bedacht genommen werden, dass durch geeignete Construction der vorderen Feuerthüren beim Schlacken und Vorziehen des Kehrichts der Eintritt zu grosser kalter Luftmengen in die Ofenzelle verhindert wird. Die Beibehaltung des festen Rostes dürfte um so mehr zu empfehlen sein, als das Vorbringen des Kehrichts doch am Besten unmittelbar nach jedem Ausschlacken geschieht und deshalb im Zusammenhang mit diesem von Hand aus leicht besorgt werden kann.

Vortheile der Horsfallöfen. Die in den Horsfallöfen erzeugte Hitze beträgt bis zu 1100° C. Die Verbrennung ist eine so vollkommene, dass eine Rauchverzehrungsanlage entbehrt werden kann. Infolge dessen kann auch in den Dampfkesseln mehr Dampf erzeugt werden als bei den vorher beschriebenen Constructionen. Die Klinker sind wegen ihres höhren Sinterungsgrades härter und sowohl als Stein- wie als Mörtelmaterial besser zu gebrauchen.

Ein hoher Schornstein ist nicht mehr erforderlich, da der nöthige Zug durch den Dampfinjector leicht erzeugt werden kann und auf übelriechende Gase keine Rücksicht mehr genommen werden muss.

Die Horsfall'sche Zelle ist gerade für deutsche Verhältnisse besonders geeignet und ausbildungsfähig. Denn alle die später noch besprochenen oder als anstrebenswerth bezeichneten Verbesserungen würden, an der Horsfall-Zelle als Grundlage ausgeführt, eine sehr rationelle Anlage ergeben. Hier sei nur darauf hingewiesen, dass bei sehr schwer brennbaren Strassenkehricht die Horsfall-Zelle vor der Fryer'schen mit Rauchverbrennungsanlagen den grossen Vortheil bietet, dass der Kehricht durch Zufügung der ungefähren Brennmaterialmenge, welche die Rauchverbrennungsanlage beansprucht, in der Horsfall'schen Zelle unmittelbar verbrennbar wird, während man bei der Fryer'schen Zelle auch bei Zumischung von Brennmaterial doch noch den Rauchverzehrungsapparat mit solchem versehen muss.

Obwohl bei den drei vorstehend beschriebenen Verbrennungsöfen die Wärme der abziehenden Feuergase durch die Verwendung derselben zur Dampferzeugung schon eine angemessene Verwerthung erfährt, so kann dieselbe doch noch weiter dadurch ausgenützt werden, dass die die Dampfkesselanlage verlassenden immer noch weit über 100°, meist sogar über 200° Wärme besitzenden Gase zur Vorwärmung der unter dem Roste eintretenden atmosphärischen Luft verwendet werden. Da die austretende Feuergasmenge etwa dieselbe ist, als die zur Verbrennung gebrauchte Luftmenge, so könnte theoretisch letztere auf eine Temperatur von 50—100° C gebracht werden, wodurch die Verbrennung sehr gefördert würde.

Weitere Wärmeausnützung der von der Kesselanlage abziehenden Feuergase.

Eine derartige, allerdings noch nicht in grösserem Maassstabe praktisch ausgeführte Anordnung ist bei dem neuen Patent-Verbrennungsofen von A. Herzberg und H. Bockhacker getroffen.

Verbrennungsofen von Herzberg und Bockhacker.

Der Herzberg'sche Verbrennungsofen hat als Grundlage die Fryer'sche Verbrennungszelle, welche mit einem Rauchverzehrer nach Jones'scher Art und mit einem ausschaltbaren Dampfkessel versehen ist. Ferner ist wie bei den Horsfallöfen unter dem Roste der Zelle ein von dem Dampfkessel gespeister Dampfinjector angeordnet. Nachdem die Feuergase den Dampfkessel bestrichen haben, gelangen sie in einen als grosser Rippenheizkörper ausgebildeten Eisenrohrcanal, dessen Weite dem Hauptfuchse entspricht, und von diesem direkt in den Schornstein. Dieses Eisenrohr ist in einen gemauerten Canal eingebaut, welcher am Schornstein beginnt und sich bis unter den Rost der Verbrennungszelle fortsetzt. Am Beginn des Canales sind zwei mit Schiebern versehene Lufteinlassöffnungen angeordnet. Durch eine derselben kann die äussere Luft nach Erforderniss mittelst eines durch den Kesseldampf betriebenen Ventilators eingeblasen werden. Hierbei ist selbstverständlich der Schieber des gewöhnlichen ersten Lufteinlasses geschlossen. Die in den Canal, in welchem der Rippenheizkörper liegt, entweder unter gewöhnlichem Atmosphärendruck eingetretene oder durch den Ventilator eingeblasene Luft bestreicht beim Durchgang durch den Canal den Heizkörper und gelangt dadurch, in vortheilhafter Weise vorgewärmt, unter den Rost der Feuerung, wo sie entweder für sich allein oder vermischt mit dem aus dem Injector kommenden Wasserdampf, der Brandstelle zugeführt wird. Es ist klar, dass der Herzberg'sche Ofen eine wesentliche Verbesserung des Fryer'schen darstellt. —

Es sind noch andere Constructionen für die Kehrichtverbrennung von verschiedenen Erfindern vorgeschlagen, von deren Besprechung

aus dem Grunde abgesehen wird, weil sich unseres Wissens nur die nach den Fryer'schen und Horsfall'schen Prinzipien gebauten Oefen bei den sanitären Einrichtungen Englands, wo allein bisher practische Erfahrungen vorliegen, allgemein und erfolgreich eingeführt haben. —

Behandlung der Ofenschlacke.

Die Behandlung der aus dem Ofen kommenden glühenden Schlacke geschieht bei sämmtlichen Ofenconstructionen noch nicht vollkommen einwandsfrei. In der Regel wird nämlich die Schlacke, sobald sie aus der Zelle kommt, durch Begiessen mit Wasser abgekühlt, wodurch nicht allein eine immerhin nicht angenehme Dampfentwickelung entsteht, sondern auch die in den Schlacken enthaltene Wärmemenge unausgenutzt bleibt. Eine Einrichtung, durch welche es ermöglicht wird, die Schlacke einer bestimmten Stelle im Aschenraum zu übergeben, dort mit Wasser zu besprengen und den hierdurch gebildeten Wasserdampf für die Verbrennung auszunützen, liesse sich leicht treffen und würde als Verbesserung zu begrüssen sein.

Lüftung des Kehrichtlagerraumes und Staubbeseitigung daselbst.

Eine Verbesserung der Verbrennungsanlagen wäre ferner darin zu erblicken, wenn die die Plattform überspannende Halle, in welcher der angefahrene Kehricht lagert und — wenn auch nur im Groben — sortiert wird, mit Luftabzugsöffnungen versehen würde. Diese auf oder nahe dem Boden anzubringenden Oeffnungen wären mit einem Ventilator in Verbindung zu setzen, welcher die angesaugte Luft, ähnlich wie der Herzberg'sche Ventilator, den Verbrennungszellen zuführt. Hierdurch würde einerseits eine gute Durchlüftung des Kehrichtlagerraumes und andrerseits eine rationelle Beseitigung des Kehrichtstaubes bewirkt. —

Leistung der Verbrennungsöfen.

Die Leistungsfähigkeit der Kehrichtverbrennungsöfen ist eine sehr hohe. Eine Fryer'sche Zelle verbrennt 4000—7000 kg Kehrichtstoffe in 24 Stunden; bei aufmerksamer Bedienung durchschnittlich 6000 kg oder etwa 8 cbm Kehricht.

Für je 10 000 Einwohner einer Stadt ist daher bei Verbrennung des Haus- und Strassenkehrichts eine Zelle erforderlich.

Die Horsfall'sche Zelle verbrennt zwischen 6000 und 10 000 kg und durchschnittlich 8000—9000 kg Kehricht innerhalb 24 Stunden. Eine Horsfallzelle würde also für 13 000 — 15 000 Einwohner ausreichen.

Durch die Verbrennung gewonnene Wärmemengen und hierdurch erzeugte motorische Kraft.

Die durch die Kehrichtverbrennung gelieferte verfügbare Wärmemenge ist grösser, als man annehmen möchte. Unter der Voraussetzung, dass die im Kehricht enthaltenen verbrennbaren Stoffe an sich etwa den halben Heizwerth der Steinkohle besitzen und die Hälfte der diesem Heizwerth entsprechenden Wärmemenge verloren

geht, berechnet sich für die Fryer'sche Zelle eine im Dampfkessel erzeugte Dampfmenge, welche einer dauernden Abgabe von 6 P S. (Pferdestärken) entspricht. Für die Horsfall'sche Zelle ergiebt die Rechnung eine Dampferzeugung von 8,4 P S., oder wenn nur 20% Wärmeverlust gerechnet werden, welche Annahme angesichts der vollkommenen Verbrennung vielleicht noch zulässig ist, reichlich 12 P S.

In England rechnet man, dass die Fryer'sche Zelle 5—6 P S. abgebe. Für die neuen Horsfallöfen werden 15 P S. auf die Zelle angegeben. Horsfall selbst soll sogar 20 indizierte P S. für je eine Zelle garantieren; dies wären 2,5 P S. für je 1000 kg Kehricht!

Werth der durch die Kehrichtverbrennung gewonnenen Kraft.

Nimmt man, um einen sicheren Durchschnitt zu haben, nur an, dass bei einer sorgfältig ausgeführten Kehrichtverbrennungsanlage $^3/_4$ P S. aus je 1000 kg verbranntem Kehricht sich ergeben und würden 2,5 kg Kohle zur Dampferzeugung auf die P S. und Stunde erforderlich sein, so entspräche jeder Tonne Kehricht ein thatsächlicher Gewinn von $24 \times \frac{3}{4} \times 2{,}5 = 45$ kg Kohle. Bei einem Kohlenpreis von 1,5 M. für 100 kg ergiebt sich also für 1000 kg Kehricht eine Ersparniss von 67,5 Pf. oder für den Tag und die Zelle mindestens 4,05 M., oder aber auf den Gesammtkehricht für den Kopf und das Jahr etwa 15—18 Pf.

Kosten der Kehrichtverbrennung.

Nach englischen Erfahrungen werden die Anlagekosten für die Fryer'schen und Horsfall'schen Oefen übereinstimmend mit 14 000 M. durchschnittlich für die Zelle ohne Grunderwerb angegeben.

Kosten der baulichen und maschinellen Anlagen.

In Deutschland dürfte nach vom Verfasser angestellten überschläglichen Berechnungen, unter Voraussetzung eines Grundstückspreises von nicht über 10 M. für das qm, eine Summe von 20 000—25 000 M. für die Zelle, einschliesslich Grunderwerb, sowie aller Nebenanlagen, Maschinen, des Schornsteins u. s. w. vollständig ausreichen. Besondere Anlagen für die Verwerthung der Rückstände, z. B. durch Platten- und Kunststeinfabrikation oder Erzeugung von hydraulischem Bindematerial für Bauzwecke sind hierbei nicht mit einbegriffen. Dieselben machen sich aber im Grossen und Ganzen durch die Mehreinnahme für die Fabrikate gegenüber dem Werthe der Rohrückstände bezahlt.

Verbrennungskosten.

Die Verbrennungskosten von 1000 kg Kehricht, einschliesslich Zinsen und Amortisation der Anlage, wechseln in England, von ganz besonders abnormen Fällen abgesehen, zwischen 1 und 4 M. Nach Berechnung des Verfassers würden sich in Deutschland die gesammten Verbrennungskosten für 1000 kg Kehricht, einschliesslich Verzinsung und Amortisation durchschnittlich auf 2,25 M., für das cbm auf etwa 1,70 M. und auf den Kopf der Bevölkerung auf

15*

0,55—0,75 M. oder im Mittel 0,65 M. jährlich stellen. Nach Abzug des Gewinns, welchen je 1000 kg an Dampfkraft ergeben und der, wie im Vorhergehenden auseinandergesetzt, mindestens 67,5 Pf. oder abgerundet 65 Pf. beträgt, ergeben sich folgende Kostenaufwendungen:

für 1000 kg	1,60 M.
„ 1 cbm	1,20 „
„ 1 Kopf und Jahr	0,45 „

Hierbei ist der Werth der sich ergebenden rohen Schlacken und Aschenmassen, welcher, je nach den lokalen Bedürfnissen und entsprechend der weiteren Verarbeitung, wohl bis zu 1 M. für die Tonne anwachsen kann (wobei auf die Tonne Kehricht etwa 10—17 Pf. treffen würde), nicht in Ansatz gebracht. —

Reduction der Verbrennungskosten bei den Horsfallöfen.

Bei den Horsfall'schen Zellen oder den nach diesem Principe construierten Oefen können angesichts der obigen, sehr vorsichtigen Rechnungsweise wegen der grösseren Wärmeausnützung und Leistungsfähigkeit doch wohl um 30% geringere Verbrennungskosten in Ansatz gebracht werden, so dass wir folgende reduzierte Zahlen erhalten:

Gesammte Kehrichtverbrennungskosten	für 1000 kg	1,10 M.
„ „	„ 1 cbm	0,85 „
„ „	„ 1 Kopf und Jahr	0,30 „

Bei den Zahlen für den Kopf und das Jahr ist, wie bereits bemerkt, vorausgesetzt, dass der gesammte sich ergebende Haus- und Strassenkehricht einer Stadt der Verbrennung überliefert wird. —

Kosten der Kehrichtverbrennung gering im Vergleich zu dem damit verbundenen grossen hygienischen Fortschritt.

Vergleicht man diese Kosten mit denjenigen, welche durch die Strassenreinigung und Abfuhr des Strassen- und Hauskehrichts entstehen und welche, wie früher angegeben, durchschnittlich jährlich 2 M. auf den Kopf betragen; erwägt man, wieviel Mühe und Umstände es den Städten verursacht, den Haus- und Strassenkehricht ohne weitere Aufzahlung den landwirthschaftlichen Betrieben zu überantworten und bedenkt man endlich die gesundheitlichen Gefahren, welche durch die unvermeidliche Lagerung und die fehlende Controle über die weitere Behandlung des von der Lagerstätte einmal abgegebenen Kehrichts entstehen können: so muss man sich sagen, dass die so gründliche und in gesundheitlicher Hinsicht so vollkommene Beseitigung des Stadtkehrichts durch rationelle Verbrennung mit dem Opfer von 30 Pf. jährlich vom Kopf der Bevölkerung sicherlich nicht zu hoch erkauft ist. Wenn hier noch von einem Opfer gesprochen wird, so soll gleichzeitig darauf hingewiesen werden.

dass dieser Ausdruck für Städte über 80 000 Einwohner kaum mehr angewendet werden kann. Die Mehrkosten für Anlage neuer, immer entfernter von der Stadt wegzuschiebender Kehrichtlagerplätze und für die weiteren Transporte; die Ueberwindung der Schwierigkeiten, welche von den Nachbargemeinden der Kehrichtdurchfuhr durch ihr Gebiet und der Unterbringung desselben in letzterem sowohl in gewöhnlichen Zeiten als besonders während herrschender Epidemien gemacht werden (wir weisen in dieser Beziehung besonders auf Berliner und Hamburger Verhältnisse hin) fallen mehr in die Wagschale, als die für die Verbrennung erforderlichen Aufwendungen.

Es muss bei den ungeheuren Mengen Schmutz- und Infectionsstoffen, welche im Kehricht der grossen Städte anfallen, als eine der glänzendsten Errungenschaften der Gesundheitstechnik bezeichnet werden, dass es ihr gelungen ist, Apparate zu ersinnen, durch welche nunmehr die Frage der Kehrichtbeseitigung durch Verbrennung als gelöst betrachtet werden darf. Die Kehrichtverbrennung wird desshalb von Jahr zu Jahr festeren Fuss fassen und künftig in allen grösseren Städten eine ähnlich wichtige Bedeutung unter den der öffentlichen Gesundheit dienenden Anlagen erlangen, wie jetzt die Wasserversorgungs- und Canalisationswerke! —

Frage der Kehrichtbeseitigung durch Verbrennung durch die beschriebenen Kehrichtöfen befriedigend gelöst.

δ) Reinigung der Strassen- und Hofflächen durch Abwaschen.

Ein Reinigungsmittel ersten Ranges für die Oberfläche der Strassen und Höfe ist das Abwaschen — Abspülen — derselben durch Wasser. Durch dasselbe werden alle mit Besenreinigung allein nicht zu beseitigenden Schmutzstoffe weggespült und dadurch die gereinigten Flächen vollständig blank erhalten.

Das Abwaschen, ein Reinigungsmittel ersten Ranges.

Das Waschen der Oberfläche geschieht durch eine grosse Brause, aus welcher das Wasser unter dem vollen Leitungsdrucke auf die zu reinigende Fläche strömt. Hieraus geht hervor, dass das Abspülen nur bei wohlabgedichteten Bodenflächen thunlich ist, weil andernfalls die Oberfläche durch das Fortspülen des Binde- bezw. Fugenmaterials zwischen den Chaussierungs- bezw. Pflastersteinen beschädigt würde. Das Abspülen kommt desshalb nur bei Asphalt-, Holz- und mit Fugendichtung versehenem Stein- oder Plattenpflaster in Betracht.

Abspülen nur bei abgedichteten Bodenflächen angängig.

Selbstverständliche Voraussetzung für die Anwendbarkeit der Oberflächenabspülung ist das Vorhandensein einer allgemeinen Canalisation. Hierbei ist aber daran festzuhalten, dass das Abspülen nicht als summarisches Reinigungsmittel angesehen werden soll. Wohl ist

Canalisation Vorbedingung für die Anwendung der Abspülung.

es sehr bequem, den gesammten Schmutz und Schlamm, den Pferdedung und die übrigen Kehrichtstoffe von den Strassen- und auch Hofoberflächen einfach wegzuschwemmen. Aber stets werden die sandigen Bestandtheile des fortgeschwemmten Oberflächenschmutzes die Absatzbehälter der Strassen- und Hofsinkkasten anfüllen, sowie Ablagerungen in den Canälen erzeugen, aus welchen sie mit vieler Mühe und Kosten wieder herausgeholt werden müssen. Es ist desshalb vor jeder Abspülung die betreffende Strassen- oder Hoffläche einer ebenso sorgfältigen Reinigung durch Abkratzen und Abkehren zu unterziehen, als wenn eine Wasserspülung gar nicht stattfinden würde.

Vorsichtsmassregel gegen Versandung der Canäle.

Hauptaufgabe der Oberflächenabspülung.

Die Hauptaufgabe der letzteren soll darin bestehen, diese Flächen von der durch die gewöhnliche Reinigung nicht zu entfernenden dünnen Schmutzschichte, in welcher etwaige pathogene Keime auf das Ueppigste wuchern könnten, zu befreien und so hauptsächlich in hygienischer Hinsicht die Ergänzung der Kehrarbeit zu bilden.

Besondere Vortheile des Abwaschens bei Asphalt- und Holzpflasterstrassen.

Das Abwaschen der Strassenflächen hat sich in Grossstädten auch in rein practischer Beziehung bei den Asphalt- und Holzpflasterstrassen ganz besonders vortheilhaft erwiesen. Da bei diesen Strassen im Schmutz nur wenig Stoffe enthalten sind, welche in den Strassensinkkasten und Canälen Ablagerungen verursachen, so genügt bei diesen Flächen selbst in den verkehrsreichsten Strassen von Zeit zu Zeit eine Nachkehrung und des Tages über die Beseitigung des anfallenden Pferdedungs und anderer Abfälle durch ambulante Feger — Kehrburschen — während im Uebrigen die Reinigung durch Abwaschen erfolgt.

Abwaschen vermittelst Sprengwagen.

An Stelle der vorher genannten Brause tritt bei Asphalt- und Holzpflaster häufig auch der Sprengwagen, zum Theil desshalb, weil hierdurch wesentlich an Wasser gespart wird. Das Verfahren ist dann das Folgende: Die Oberfläche wird zunächst mit möglichst viel Wasser aus den Sprengwagen begossen, wodurch die Schmutzkruste erweicht und flüssig wird und hierauf die Flüssigkeit mit den früher beschriebenen Gummischabern abgezogen. Eine einmalige Waschung genügt vollkommen für 24 Stunden.

Waschen der Strassenflächen in Berlin und Paris.

In Berlin werden die Asphaltstrassen täglich einmal abgewaschen. in Paris das Holzpflaster täglich, das Asphaltpflaster alle 2 Tage, das Steinpflaster alle 3 Tage. Auch Macadamflächen werden daselbst gewaschen. Letzteres kann natürlich nur durch starkes Begiessen aus dem Sprengfass geschehen und ist nur bei den in vorzüglichster Weise mittelst der Dampfwalze hergestellten Macadamisierungen zu-

lässig, weil andernfalls, wie bereits erwähnt, zu viel Zwischenmaterial weggeschwemmt wird.

Ueber die durch das Strassenabwaschen verursachten Kosten liegen zuverlässige Angaben nicht vor. Dieselben sind wohl doppelt so hoch als die gewöhnlichen Besprengungskosten anzunehmen. Sie sind in den früher angegebenen Kosten für die Strassenreinigung mit enthalten. In der Regel erfährt da, wo die Strassenoberflächen für das Waschen geeignet sind, das Strassenreinigungsbudget einer Stadt durch das Strassenspülen keine Mehrbelastung, da andernfalls das Kehren immerhin in kürzeren Zwischenräumen vorgenommen werden müsste. **Kosten der Strassenabspülung.**

Den Städten ist daher die Einführung des Abwaschens ihrer Strassenflächen nach den angegebenen Grundzügen auf das Wärmste zu empfehlen. Wenn die Waschung nur wöchentlich bis zweiwöchentlich einmal vorgenommen wird, so bedeutet dies schon einen erheblichen Fortschritt in hygienischer Hinsicht. **Empfehlung des Abspülens der Strassen.**

Städte, welche gutes, aber nicht mit Fugendichtung versehenes Steinpflaster besitzen, thun gut daran, wenigstens im Frühjahr und Herbst derartige Strassenflächen unter Benutzung eines reichlich Wasser liefernden Sprengwagens, etwa eines Turbinensprengwagens, zu waschen. Hierbei ist die Fugenausspülung auf ein Minimum beschränkt. Wenn die Fugen trotzdem in unerwünschtem Grade offen werden, ist die Strassenfläche mit reinem, von Zeit zu Zeit anzufeuchtendem Sand zu bestreuen. Nach Verlauf von etwa 8 Tagen sind die Pflasterfugen wieder ziemlich dicht mit Sand ausgefüllt. Der auf der Strassenfläche noch verbliebene Sand wird dann abgekehrt.

ε) Die Strassenbesprengung.

Das Besprengen der Strassen kann als ein Reinigungsmittel derselben nicht angesehen werden. Es dient vielmehr in erster Linie der Staubverhütung. Durch die Nässe werden die in fortwährender Neubildung begriffenen Staubtheilchen an der Oberfläche festgehalten und so gehindert, von jedem Luftzuge aufgewirbelt zu werden. In zweiter Linie wird an besonders heissen Sommertagen durch häufige Besprengung der Strassenoberfläche deren grosse Wärmeausstrahlung gemildert und durch die Verdunstung des Sprengwassers eine, wenn auch unbedeutende, immerhin von den Stadtbewohnern dankbar empfundene Temperaturerniedrigung bewirkt. **Zweck.**

Es darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass durch die Feuchthaltung der Strassenoberfläche bei warmer Witterung das Bacterien-

leben im Allgemeinen, und desshalb auch die Fortpflanzung und Vermehrung etwa im Strassenschmutz vorhandener pathogener Keime, sehr begünstigt wird. Der Hygieniker kann daher das Besprengen der Strasse nur dann gestatten, wenn eine gute Strassenreinigung mit demselben Hand in Hand geht. Werden aber die Strassenflächen einer regelmässigen, sorgsamen Reinigung unterzogen, so kann in dem Besprengen eine hygienisch nur wohlthätige Maassregel erblickt und in dem gleichen Maasse zur systematischen Anwendung empfohlen werden, als es zu verurtheilen ist, wenn tagelang auf der Strassenfläche lagernder Staub und Kehricht mit Wasser besprengt, anstatt, wie sich's gebührt, abgefahren wird.

Besprengen der Strassen nur in Verbindung mit sorgfältiger Strassenreinigung.

Das Besprengen aus dem Spritzschlauche und aus dem Giesswagen.

Das Besprengen als Staubverhütungsmittel beim Strassenkehren wurde beim Kapitel „Strassenreinigung“ bereits besprochen und es wurden auch bei dieser Gelegenheit die hierzu erforderlichen Geräthe beschrieben. Hiernach geschieht das Besprengen der Strassen entweder mittelst Wasserwagen oder durch mit den Hydranten der Wasserleitung verbundene Spritzschläuche (Besprengen à la lance). Das letztere Verfahren empfiehlt sich zur Besprengung grosser Plätze und sehr breiter Strassen, ist aber für sehr verkehrsreiche oder schmale Strassen nicht vortheilhaft. Einerseits wird das Publikum belästigt, weil ein sicheres Ausweichen vor dem Sprengstrahl nicht möglich ist und das Sprengen selbst erfährt durch die gebotene Rücksichtnahme auf die Passanten vielfache Unterbrechungen; andrerseits ist in engen Strassen das Sprenggebiet, welches von einem Hydranten aus beherrscht werden kann, nur ein sehr kleines, so dass auf das Wechseln der Wasserentnahmestelle viel Zeit entfällt und dadurch der Betrieb theuer würde. Ausserdem lässt es sich bei grösstmöglichster Sorgfalt nicht vermeiden, dass, gleichwie beim Abspülen der Strassen, durch den starken auffallenden Strahl in gepflasterten Strassen ohne Dichtung der Fugen diese ausgewaschen und in chaussierten Strassen die Decklage angegriffen wird. Die gebräuchlichste und im Allgemeinen auch empfehlenswertheste Methode des Strassensprengens ist die durch den einspännigen 1500 l fassenden Sprengwagen.

Besprengungsplan.

Die Strassenbesprengung sollte für jede Stadt nach einem ganz bestimmten, der jeweiligen Jahreszeit angepassten Sprengplan erfolgen, in welchem aber die durch besondere Witterungsverhältnisse bedingten Abweichungen vorzusehen sind. —

Anzahl der nothwendigen Besprengungen.

Wie oft tagsüber gesprengt werden muss, richtet sich ganz nach den lokalen Verkehrs- und auch wohl Temperaturverhältnissen. Hauptstrassen sind im Allgemeinen 3 bis 4 mal, ja selbst 6 mal, Nebenstrassen 2 bis 3 mal täglich zu besprengen.

Die Besprengungsperioden umfassen gewöhnlich den Zeitraum vom 1. April bis 1. November oder auch, weniger ausgedehnt, vom 1. Mai bis 15. October jeden Jahres. Durchschnittlich werden 150 Sprengtage gerechnet. — Durch einen Sprengwagen können bei gepflasterten oder asphaltierten, oder überhaupt ebenen Strassenflächen 20 000—30 000 qm, durchschnittlich 25 000 qm, auf chaussierten Strassen etwa die Hälfte täglich gesprengt werden.

Besprengungsperiode.

Leistung eines Sprengwagens.

Die durchschnittlichen Kosten für die Strassenbesprengungen wechseln nach deutschen Erfahrungen von 10 bis 25 Pf. für den Kopf der Bevölkerung. In der Regel kann bei einem Kostenaufwand von 15 bis höchstens 20 Pf. auf den Kopf eine allen berechtigten Anforderungen Genüge leistende Strassenbesprengung durchgeführt werden. Die Durchschnittskosten betragen beispielsweise in Berlin 15 Pf. Eine Vergütung für das beim Sprengen verbrauchte Wasser wird von den Städten gewöhnlich nicht geleistet und ist in obigen Angaben auch nicht inbegriffen.

Kosten.

In den an der See gelegenen Städten wird zur Strassenbesprengung mit Vortheil Seewasser verwendet, weil infolge des Salzgehaltes desselben die Strassenflächen sich länger feucht erhalten. Zu diesem Zwecke sind allerdings Pumpanlagen und Giesswasserleitungen anzulegen, die sich aber in vielen Fällen durch die ersparten Trinkwassermengen bezahlt machen.

Verwendung von Seewasser zur Strassenbesprengung.

7) Beseitigung von Schnee und Eis.

Die Eisbeseitigung auf den Strassen der Städte ist mit Rücksicht auf die Sicherheit der Fussgänger und Pferde gegen Ausgleiten und behufs Erhaltung der Standfestigkeit überhaupt, welche eine dem Verkehr dienende Fläche bieten soll, nothwendig. Ausserdem ist die Beseitigung des Eises in den Strassenrinnen und vor den Einläufen der Strassensinkkasten im Interesse der Entwässerung der Strassenflächen geboten.

Nothwendigkeit der Eisbeseitigung.

In nicht canalisierten Städten, in welchen die Schmutzwässer gezwungen sind, den Weg durch die Strassenrinnen zu nehmen, ist die Freihaltung der Rinnen von Eis ganz besonders wichtig, da sich sonst das in seinem Abfluss gehinderte Schmutzwasser über die ganze Strassenfläche ausbreitet und so zu den bedenklichsten Zuständen Veranlassung giebt.

Die Fortschaffung des Schnees ist aus denselben Gründen nothwendig. Nur tritt hierzu noch der Umstand, dass es sich bei der Schneebeseitigung um viel bedeutendere Mengen handelt, indem oft

Nothwendigkeit der Schneebeseitigung.

in kürzester Zeit die Strassen derart mit Schnee bedeckt sind, dass jeder Verkehr stockt.

Art der Beseitigung von Eis und Schnee.

Das Eis kann nur von solchen Strassenoberflächen auf künstlichem Wege beseitigt werden, welche mit Pflaster versehen sind, da chaussierte Strassen oder einfach befestigte Gehwege von Hacken und Kratzen beschädigt werden würden. Die letztgenannten Flächen sind gegen das Gleiten mit Sand oder Asche zu bestreuen. Ausserdem ist es geboten, den auf sie gefallenen Schnee möglichst sofort zu beseitigen und so ein Festfahren und Festtreten zu einer eisförmigen Kruste zu verhindern. Von gepflasterten Flächen ist das Eis sowie festgetretener Schnee durch Aufhacken mit Breithacken und Loslösen mit scharfen Kratzeisen zu entfernen.

Von Pflasterflächen.

Bei nicht gepflasterten Oberflächen.

Bei Beseitigung des Schnees gilt als erster Grundsatz, denselben sofort nach jedem Schneefall, solange er noch locker ist und sich nicht so leicht zusammenballt, zu entfernen. Der Schnee der Gehwege wird hierbei nach der Fahrbahnfläche geworfen. Hierzu dienen Besen, Schneeschaufeln oder Schneekrücken. Die Arbeit obliegt gewöhnlich den Hausbesitzern. — In den Hauptstrassen sind die Fahrbahnen sofort auf ihre ganze Breite schneefrei zu machen. Bei Nebenstrassen genügt es, wenn ein Mittelstreifen soweit frei gelegt wird, dass zwei Fuhrwerke nebeneinander verkehren können (4,5—6,0 m). Ausserdem sind Zugänge nach den Gehwegen hin zu bahnen. In sehr verkehrsarmen Strassen, sowie in den Strassen kleinerer Ortschaften kann bei länger andauernder kalter Witterung der Fahrweg zur Schlittenbahn hergerichtet werden.

Schneebeseitigung von Gehwegen.

Geräthe.

Von Hauptstrassen.

Von Nebenstrassen.

Freihaltung der Abzugsrinnen von Schnee und Eis.

Die Abzugsrinnen sind unter allen Umständen schnee- und eisfrei zu halten. Auch ist es zur Vermeidung von Ueberschwemmungen bei Thauwetter erforderlich, dass in den tiefer gelegenen Strassen oder Stadttheilen der Schnee möglichst vollständig beseitigt wird. Bei Thauwetter sind die auf den Strassen gelagerten Schneestreifen und Haufen durch Zertheilen rascher zum Schmelzen zu bringen, damit die Strassen recht bald wieder in ihren ordnungsmässigen Zustand gelangen.

Geräthe für die Schneebeseitigung auf Fahrstrassen.

Die Schneebeseitigung der Fahrbahn erfolgt durch Schneekrücken, Handschneepflüge oder fahrbare Schneepflüge. Auch hat sich bei nicht über 10 cm hohem Schneefall die gewöhnliche Kehrmaschine gut bewährt. Der Schnee wird in langen Streifen oder in Haufen nächst der Rinne gelagert und von dort, soweit er nach Obigem zur Abfuhr besimmt ist, abgefahren.

Abfuhr des Schnees.

Die Abfuhr des Schnees und dessen endgültige Beseitigung ist in manchem Jahre für die grossen Städte eine sehr kostspielige

Sache. Denn ein einziger Schneefall kann viele Tausende von Fuhren erforderlich machen. Sind grosse Transportweiten zu überwinden, so steigen die Kosten ganz ausserordentlich. Wo Flüsse und Bachläufe vorhanden sind, werden die Schneemassen einfach diesen übergeben. Doch ist hierbei, namentlich bei kleinen Flüssen, mit Vorsicht vorzugehen, da bei grösserer Kälte Verstopfungen durch Eisbildungen und Hemmnisse bei späterem Eisgang eintreten können. Fehlen solche Aufnahmeobjecte, so wird der Schnee nach im Felde liegenden Abladeplätzen abgefahren und vertheilt. Solche Plätze müssen aber eine gute Abwässergelegenheit besitzen. Auch sehr grosse Sickergruben und Senkbrunnen, in welche der Schnee eingeworfen wird, sind schon hergestellt worden. —

Verbringung des Schnees nach den Canälen.

In vielen Städten sind behufs Verminderung der Schneetransportkosten die Schneemassen einfach in die Canalschächte geworfen worden. Dieses hat aber mit grosser Vorsicht im Hinblick darauf zu geschehen, dass keine Canalverstopfungen eintreten dürfen und mit dem Schnee kein Strassenschmutz eingebracht wird. Letzteres kann namentlich dann leicht eintreten, wenn es sich um bereits schmelzenden Schnee von chaussierten Strassenflächen handelt. Wenn derartig verunreinigter Schnee in die Strassencanäle gelangt, bilden sich nur zu leicht Ablagerungen in denselben, deren Beseitigung kostspielig ist.

Verbringung nach Schnee-einwürfen.

Eine wirklich rationelle Methode der Schneebeseitigung ist dagegen die Verbringung des Schnees in besondere Schneeeinwürfe, gewölbte Kammern, welche mit dem Canal derart in Verbindung stehen, dass das Canalwasser durch dieselben hindurch geleitet werden kann. Das Canalwasser ist auch im strengsten Winter immerhin verhältnissmässig warm — seine Temperatur dürfte in Deutschland nur ausnahmsweise unter 7° C. heruntergehen — und bringt daher den Schnee ziemlich rasch zum Schmelzen. Das Schmelzwasser gelangt mit dem umgeleiteten Canalwasser alsdann nach dem Strassencanal.

Construction der Schnee-einwürfe.

Die Sohle dieser Schneekammern wird zweckmässig 0,25—0,50 m tiefer angelegt als der Canalwasserablauf, wodurch die etwa mit eingeworfenen steinigen und sandigen Stoffe vom Canal ferngehalten werden. Auf grösseren Plätzen erhalten die Schneekammern einen Rauminhalt bis etwa 50 cbm, in Strassen werden sie mehr canalförmig hergestellt, weil es meist am Platz im Strassenkörper mangelt. Sie erhalten dann eine Länge von etwa 10 – 20 m mit einem Fassungsraum bis 25 cbm. Schneeeinwürfe sind stets nur in Verbindung mit solchen Canälen zu setzen, welche als Sammelcanäle grössere Abwassermengen führen, da ohne die Schmelzarbeit des Canalwassers auch die grösste Schneekammer sehr bald gefüllt sein würde. Wo

über 50 und mehr l in der Sekunde in den Canälen fliessen, genügt meist ein ganz kurzer Umleitungscanal mit Schneeeinwurf zum ausreichend schnellen Verflüssigen des Schnees. In grössere Canäle mit einigen hundert Litern Wasserdurchfluss in der Sekunde ist die Verstopfungsgefahr durch den unmittelbaren Schneeeinwurf in darüber befindliche Schneeschächte nicht mehr zu befürchten, sowie auch bei ausreichender Geschwindigkeit Beimischungen von Strassenabraum weniger bedenklich erscheinen. Schneeeinwürfe sind beispielsweise in Frankfurt und Wiesbaden ausgeführt und haben sich daselbst sehr bewährt. Die Schneeübergabe an die städtischen Abwässercanäle hat auch in hygienischer Hinsicht vor der Ablagerung auf dem Felde oder dem Einwurf in die Flüsse Vorzüge, weil der von den städtischen Strassen abgehobene Schnee immerhin mancherlei Verunreinigungen aufweist und für den unschädlichen Verbleib des Canalwassers in der Regel Sorge getragen wird.

Das Salzstreuen.

Ein anderes Mittel der Schneebeseitigung ist das Salzstreuen. Salz bildet mit Schnee eine breiartige Masse, welche selbst bei grosser Kälte (bis 15⁰) nicht gefriert. Diese Masse fliesst alsdann durch die Strasseneinlässe den Canälen zu, wobei durch Nachkehren und Abspülen nachgeholfen werden kann.

An Stelle des Salzstreuens sind in einigen Städten auch Versuche durch Besprengen der Strasse mit Salzwasser mit Erfolg vorgenommen worden. Die Kostenersparniss, welche durch Anwendung von Salz bei der Schneebeseitigung erzielt wird, ist eine beträchtliche und soll in Paris, wo Salzstreuung eingeführt ist, $^2/_3$ der früheren Kosten ausmachen.

Uebelstand des Salzstreuens.

Es wird hierbei das gewöhnliche rohe Viehsalz verwendet. Der Gebrauch des Salzes leidet aber an dem grossen Uebelstand, dass in Folge der grossen Kälte der Schneesalzmischung Erkältungen bei Menschen und Thieren sich einstellen. Hierzu kommt noch, dass die Fussbekleidung, wenn sie einmal mit Salz durchzogen ist, sehr schwer wieder trocknet und sowohl das Schuhwerk als auch die Hufe der Pferde durch das Salzwasser Schaden leiden. In manchen Städten, z. B. Berlin, ist desshalb der Gebrauch von Salz auf den Fusswegen verboten. Die allgemeine Einführung des Salzes zur Schneebeseitigung empfiehlt sich daher nicht und ist auf besondere Fälle zu beschränken.

Fälle in welchen Salzstreuung anzuwenden ist.

Diese sind gegeben durch die Nothwendigkeit der jederzeitigen Freihaltung der Strassenbahnschienen, sowie der Hydranten-, Wasser- und Canalisationsschacht-, Strassensinkkasten- und aller sonstigen zu den unterirdischen Strassenbauanlagen gehörigen Abdeckungen. Ausserdem erscheint Salzstreuung in Grossstädten empfehlenswerth in solchen

Hauptstrassen ersten Ranges mit undurchlässiger Pflasterung, bei welchen mangels geeigneter Canäle die Herstellung von Schneeeinwürfen nicht gerathen ist, und auch Abladeplätze nur in solchen Entfernungen vorhanden sind, durch welche die Transportkosten zu bedenklicher Höhe anschwellen. —

Die von den Betriebsgesellschaften zu bewirkende Freihaltung der Strassenbahnschienen von Schnee und Eis ist eine umfangreiche Arbeit, welche in so kurzer Zeit ausgeführt werden muss, dass es in der Regel zweckmässig ist, das Salzstreuen durch auf den Schienen laufende besondere Streuwagen auszuführen. Von solchen Wagen gehen zwei unmittelbar über den Schienen mündende Röhren aus, welchen das Salz durch ein im Salzbehälter angebrachtes Flügelrad zugetheilt wird. Dieses Rad wird entweder manuell oder durch eine Transmission von der Wagenachse aus gedreht. Die Streuung kann durch verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeiten des Flügelrades oder auch durch Schieber an den Röhren geregelt werden. Neben dem Raum, in welchem sich das Flügelrad bewegt, ist ein Vorrathsbehälter für das Salz angeordnet. —

Salz-Streuwagen für Strassenbahnen.

Die vorhingenannten Schachtabdeckungen der Strasse, die jeder Zeit auch im strengsten Winter behufs Reinigung, Revision, Wasserentnahme u. s. w. abnehmbar sein müssen, sind durch Bestreuen mit Salz thatsächlich leicht eis- und schneefrei zu halten. Besonders das Einstreuen in die Fugen bildet ein wirksames Mittel gegen das Einfrieren.

Bestreuen der Schachtbedeckungen mit Salz.

Wenn ganze Strassenflächen mit Salz behandelt werden, so hat dies in den Nacht- oder frühen Morgenstunden zu geschehen, damit zu Beginn des Verkehrs alle salzige Flüssigkeit von der Strassenfläche beseitigt werden kann. —

Behandlung ganzer Strassenflächen mit Salz.

Schliesslich ist noch der künstlich erzeugten Wärme als Schneebeseitigungsmittel zu gedenken. Es sind zu diesem Zwecke Wagen mit Coaksfeuerung, deren Wärme nach unten ausstrahlt, nnd solche mit Warmwasserspülung construiert worden. Auch überhitzter Dampf könnte sich zum Schneeschmelzen vortheilhaft verwenden lassen. Indessen hat sich aus derartigen Versuchen ein für die grosse Praxis geeignetes Schneebeseitigungsverfahren bisher noch nicht entwickelt. Dagegen ist dem in London versuchten Verfahren der künstlichen Erwärmung von Schneekammern in den Fällen, wo es an ausreichendem Schmelzwasser fehlt, eine praktische Bedeutung nicht abzusprechen. Die Heizung des Raumes kann durch Gas oder auch Dampf erfolgen. Die Kosten für das Schmelzen des cbm losen Schnees sollen 25 Pf. betragen.

Künstliche Wärme als Mittel zur Schneebeseitigung.

Kosten der Schnee- und Eis- beseitigung.

Die Kosten der Schnee- und Eisbeseitigung sind natürlich in erster Linie von den Temperatur- und Schneefallverhältnissen des Winters abhängig und desshalb in den einzelnen Jahren ausserordentlich verschiedene. Indess hat die Erfahrung gezeigt, dass die auf etwa 12jährige Zeiträume berechneten durchschnittlichen Jahreskosten für die verschiedenen Städte ziemlich gleiche Werthe ergeben. Hiernach kostet die Schneebeseitigung 12—16 Pf. und ist durchschnittlich zu 15 Pf. jährlich auf den Kopf der Bevölkerung anzunehmen.

η) Organisation und Kosten der Strassenreinigung und der Beseitigung des Haus- und Strassenkehrichts.

Uebernahme der gesammten Kehrichtbeseitigung auf die Gemeinde.

Es ist unbedingt am Richtigsten, wenn die städtischen Verwaltungen nicht allein den Strassenreinigungsbetrieb, sondern auch die Abfuhr des Hauskehrichts gänzlich in die Hand nehmen. Hierbei ist jedenfalls die Strassenreinigung einschl. der Schnee- und Eisfreihaltung im Selbstbetrieb (Regiebetrieb) auszuführen, während die Abfuhr und Unterbringung des Kehrichts von den Gemeinden Unternehmern übergeben werden kann. Dagegen ist es weniger empfehlenswerth, auch den Betrieb der Kehrichtlagerplätze einem Unternehmer zu überlassen. Die Kehrichtverbrennung muss jedenfalls im Selbstbetrieb ausgeführt werden. —

Inwieweit ist die Reinhaltung des Trottoirs den Hausbesitzern zuzuweisen?

Die Reinhaltung des Trottoirs einschliesslich des Besprengens desselben oder gar eines Theils der Fahrbahn nehme man den Hausbesitzern ab und überlasse ihnen nur mehr das Bestreuen der Fusswege bei Glatteis und die aussergewöhnlichen Schnee- und Eisbeseitigungen, weil es immerhin gewisse Schwierigkeiten verursacht, bei plötzlich eintretendem Glatteis oder Schneefällen die zur Erhaltung andauernder Wegsicherheit erforderlichen zahlreichen Arbeitskräfte mit ausreichender Schnelligkeit auf nur kurze Zeit zu erhalten. Auch hat es für die meisten Stadtverwaltungen Bedenken, durch Uebernahme der vollständigen Reinhaltung des Trottoirs die den Hausbesitzern obliegende Verantwortung für die persönliche Sicherheit der den Gehweg vor ihren Häusern benutzenden Passanten, soweit dieselbe von der Beschaffenheit der Fusswege abhängt, abzunehmen. Wir sind allerdings der Ansicht, dass eine derartige Verantwortung im gegebenen Falle ein städtisches Gemeinwesen viel weniger schwer trifft, als den einzelnen Hausbesitzer und von den Gemeinden wohl übernommen werden könnte. Der Hausbesitzer leistet ja auch einen wesentlichen Beitrag zu den städtischen Einnahmen.

Reinigungspflicht der Strassenbahngesellschaften.

Die Strassenbahngesellschaften sollten nur die zur Sicherheit ihres Betriebes erforderlichen besonderen Reinigungsvorkeh-

rungen zu treffen haben, also insbondere nur für Freihaltung der Schienenrillen und zur Offenhaltung der Bahn von Schnee und Eis besorgt zu sein brauchen. Im Uebrigen sollten die Stadtgemeinden die mit Bahnen versehenen Strassen betreffs ihrer Reinigung wie andere Strassen behandeln.

Nacht-reinigung.

In Städten mit über 50 000 Einwohnern ist Reinigung bei Nacht oder doch in den frühesten Morgenstunden mindestens in den Hauptstrassen durchzuführen. —

Ortsstatutarische Reinigungs-Vorschriften.

Der auf solchen Grundsätzen beruhenden Organisation der Reinhaltung der städtischen Strassenflächen und Kehrichtbeseitigung ist durch Erlass ortstatutarischer Vorschriften die für die praktische Durchführung erforderliche gesetzliche Grundlage zu geben.

Aufbringung der Reinigungskosten.

Hierbei ist gleichzeitig Bestimmung darüber zu treffen, in welcher Weise die Kosten aufzubringen sind. Dieselben einzig und allein durch tarifmässige Beiträge der Grundbesitzer, entweder nach dem Gebäudefrontmeter der bewohnten Grundfläche oder dem Miethwerth berechnet, aufbringen zu lassen, dürfte nur ausnahmsweise empfehlenswerth und durchführbar sein. In der Regel ist nach dem Grundsatze zu verfahren, dass die Reinigung aller Fahrbahnflächen oder wenigstens eines gewissen Theils derselben eine Pflicht der Gesammtheit ist und nicht dem Grundbesitzer auferlegt werden kann, die Stadtverwaltungen daher die Kosten dieses Theils der Reinigung aus allgemeinen Mitteln zu bestreiten haben. Dagegen ist der Standpunkt gerechtfertigt, dass den Strassenbahngesellschaften die Verpflichtung der vollständigen Reinigung der Gleisflächen und je eines, einen halben Meter breiten Streifens beiderseits der Schienen obliege. Die Bahngesellschaften sind desshalb gleichwie zu den Strassenunterhaltungs- auch zu den Strassenreinigungskosten im entsprechenden Maasse zur Leistung von Kostenbeiträgen heranzuziehen.

Für die Trottoirreinigung und allenfalls für einen Theil der Strassenreinigung, für die Abfuhr des Hauskehrichts und die Beseitigung desselben, einschliesslich der Reinigung der Hofsinkkasten und sonstigen Sinkstoffbehälter canalisierter Grundstücke, ist dagegen die Erhebung von Gebühren, welche die Selbstkosten decken, gerechtfertigt und nothwendig.

Art der Beitragsbemessung.

Die Trottoir- und eventuell Strassenreinigungskosten werden zweckmässig nach Frontmeter und Breite der zu reinigenden Flächen, unter Umständen nach der Frontmeterzahl allein, die Kehrichtabfuhrkosten nach der bebauten Grundfläche oder noch besser einschätzungsweise, und die Hofsinkkastenreinigung nach der Anzahl und Grösse der Sinkstoffbehälter festgestellt. Welche Höhe sie im Einzelnen für

den Kopf der Bevölkerung erreichen, ist aus der unten folgenden Kostenzusammenstellung zu entnehmen. Für eine bestimmte Stadt kann hieraus ohne Schwierigkeit ein vorläufiger Ueberschlag der auf Frontlänge, bewohnte Grundfläche, Miethwerth treffenden Beiträge aufgestellt werden, wenn die jeweiligen, auf den Kopf der Bevölkerung bezogenen Verhältnisszahlen ermittelt sind. Für manche Städte dürfte auch die Festsetzung aller Beiträge einzig nach dem Miethwerthe am Platze sein. —

Zwangweise Benützung des städtischen Abfuhrunternehmens für Hauskehricht und die Sinkkastenstoffe nicht immer empfehlenswerth.

Obwohl im Vorhergehenden vorausgesetzt ist, dass die Abfuhr des Hauskehrichts und Reinigung der Haussandfänge durch die Stadtgemeinde obligatorisch gemacht werde, so muss doch zugegeben werden, dass es vielleicht für viele Städte empfehlenswerth erscheint, vorerst wenigstens, nicht zwangsweise vorzugehen. Es wäre hierbei den Hausbesitzern die Benutzung dieser städtischen Abfuhr- und Reinigungseinrichtung zunächst freizustellen, wobei aber eine scharfe polizeiliche Ueberwachung der gesicherten anderweitigen Reinhaltung der Grundstücke stattzufinden hat. Diese Anordnung ist um so unbedenklicher, als die Erfahrung lehrt, dass die Hausbesitzer schliesslich doch sich dem städtischen Reinigungsunternehmen zuwenden, sofern die Einrichtungen desselben wohl durchdacht sind und auf die örtlichen Verhältnisse geeignete Rücksicht nehmen. —

Es ist überhaupt selbstverständlich, dass die oben angeführten Punkte nur als allgemeine Richtschnur dienen können und die Organisation derartiger städtischer Unternehmungen sich stets an die vorhandenen Verhältnisse anlehnen und lokalen Bedürfnissen und Anschauungen insoweit Rechnung tragen muss, als die hygienischen Grundsätze dies erlauben. —

Kosten der Beseitigung der Strassen- und Hausabfälle (Reinigung, Abfuhr und Unterbringung).

Die Kosten, welche durch die Reinigung der städtischen Strassen, durch die Beseitigung des Strassen- und Hauskehrichts vermittelst Abfuhr und Unschädlichmachung der Abfälle, unter Beobachtung aller in gesundheitlicher und technischer Hinsicht zu stellenden Anforderungen den Städten erwachsen, sind in nebenstehender Tabelle zusammengestellt.

Bei nicht ungünstigen Verhältnissen und verständiger Einrichtung dürfte durchschnittlich mit 3 M. auf den Kopf für die gesammten Strassenreinigungskosten einschl. der vollständigen und hygienisch richtigen Beseitigung der Strassen- und Hausabfälle auszukommen sein. Die Kostenantheile für Hauskehrichtabfuhr und Verbrennung (pos. 6), der Reinigung der Hofsandfänge (pos. 7) und etwa $^1/_4$ von pos. 2, 9 und 10 mit zusammen 1,75 M. auf den Kopf jährlich, also etwas mehr als die halben Gesammtreinigungskosten, werden hierbei

Kosten der Beseitigung der Strassen- und Hausabfälle.

Einschliesslich Verzinsung der Kosten der baulichen Anlagen, der Grundstückserwerbung, baulicher Unterhaltung und Amortisation.

Lfd. Nr.	Art der Abfallbeseitigung	Bemerkungen	Jährlich M. auf den Kopf der Bevölkerung von	bis	durchschn.	auf das qm Strassenfläche von	bis	durchschn.	auf 1000 kg von	bis	durchschn.	auf das cbm. von	bis	durchschn.
1	Strassenkehrichtabfuhr	reine Abfuhrkosten: einschliessl. Strassenabzug	0.13	0.25	0.20	0.03	0.12	0.07	0.90	1.80	1.40	1.00	2.00	1.50
2	Strassenreinigung und Strassenkehrichtabfuhr	einschl. der gewöhnlishen Beseitigung des Kehrichts (Auffüllung und landwirtdschaftliche Verwerthung) und einschliesslich der Gehwege	0.50	1.20	0.90	0.08	0.30	0.20	—	—	—	—	—	—
3	Verbrennen des Haus- und Strassenkehrichts		0.30	0.45	0.40	—	—	—	1.10	1.60	1.35	0.85	1.20	1.05
4	Strassenreinigung und Strassenkehrichtabfuhr nebst Verbrennung	bei gemeinsch. Verbrennung von Haus- und Strassenkehricht.	0.70	1.50	1.15	0.15	0.40	0.30	—	—	—	—	—	—
5	Hauskehrichtabfuhr	einschl. der gewöhnlichen Beseitigung durch Auffüllung und landwirthschaftl. Verwerthung	0.70	1.00	0.80	—	—	—	5.60	8.00	6.40	2.80	4.00	3.20
6	Hauskehrichtabfuhr und Verbrennung	bei alleiniger oder gemeinschaftlicher Verbrennung des Haus- und Strassenkehrichts	0.85	1.15	0.95	—	—	—	—	—	7.60	—	—	3.80
7	Regelm. Reinigung d. Hofsinkk. (Gullies) sowie der Sand- und Fettfänge.		0.30	0.70	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Reinigung der Strassensinkk. (Gullies)		0.10	0.20	0.15	0.03	0.05	0.04	—	—	—	—	—	—
9	Strassenbesprengung	einschl. Gehwege	0.10	0.25	0.18	0.03	0.09	0.05	—	—	—	—	—	—
10	Befreiung der Strassen von Schnee und Eis	einschl. Gehwege	0.12	0.16	0.15	0.03	0.08	0.05	—	—	—	—	—	—
11	Gesammte Strassenreinigungskosten (4, 8, 9, 10)	unter der Annahme, dass bei Schwierigkeit des geordneten Düngerabsatzes jedenfalls Verbrennung angewendet wird	1.00	2.00	1.50	0.20	0.55	0.35	—	—	—	—	—	—
12	Gesammte Reinigungskosten, einschl. der Hauskehrichtabfuhr (6, 7, 10)		2.00	4.00	3.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—

von den Grundstücksbesitzern zu erheben sein, während die kleinere Hälfte mit 1,25 M. aus Gemeindemitteln bestritten werden muss. Beispielsweise betragen in Berlin die Kosten für Strassenreinigung, Besprengung, Schnee- und Eisbeseitigung und Reinigung der Strassengullies rund 1,20 M. jährlich auf den Kopf, jedoch ohne Verzinsung und Amortisation der baulichen Anlagen und Grundstücke. In Wiesbaden haben die Grundbesitzer auf den Kopf ihrer bewohnten Grundstücke für die Hauskehrichtabfuhr und Sandfangreinigung auf den Höfen durchschnittlich 1,60 M. zu bezahlen. In beiden Städten sind aber nicht gerade günstige Verhältnisse vorhanden, da die landwirthschaftliche Verwerthung der Abfälle mit Schwierigkeiten verbunden ist und grosse Transportweiten zu überwinden sind.

Aus der vorstehenden Tabelle, bei deren Aufstellung eine grosse Anzahl von städtischen Erfahrungsresultaten berücksichtigt wurde. geht hervor, dass die Maximalkosten für eine planmässige, allen hygienischen Anforderungen gerecht werdende Strassen- und Hauskehrichtbeseitigung von den Stadtbewohnern noch recht wohl erschwinglich sein dürften; müssen doch, wie wir später noch sehen werden, in solchen Städten, in welchen Fäcalienausfuhr besteht, für diesen Abfuhrbetrieb allein bis zu 2 M. auf den Kopf von den Grundeigenthümern ausgegeben werden! Zum grössten Theil werden ohnehin die Schlusssummen der Tabelle jetzt schon verausgabt. Freilich wird bei dem Mangel einer einheitlichen Organisation der gesammten Abfallbeseitigung keine den gesammten Ausgaben entsprechende Leistung erzielt.

Aus der Tabelle ist ferner so recht ersichtlich, dass die Kehrichtverbrennung, welcher eine so hohe gesundheitliche Bedeutung beigemessen werden muss, verhältnissmässig geringe Kosten, kaum 15 % der Gesammtausgaben, verursacht und deren Einführung daher ohne Besorgniss vor finanziellen Schwierigkeiten von den Städten näher getreten werden kann.

c. Beseitigung der menschlichen Excremente durch Abfuhr.

Allgemeines über die Beseitigung der menschlichen Excremente.

In den früheren Kapiteln über die Sammlung der Abfallstoffe an geeigneten hierfür bestimmten Orten sind bereits eingehende Angaben über die für die Abtrittsgruben und Tonnen in Betracht kommenden gesundheitstechnischen Verhältnisse enthalten. Ebenso sind für die Entleerung der Gruben und Tonnen, sowie die Ausfuhr des Inhalts derselben bei dem Abschnitte „Unterbringung der gesammelten Abfallstoffe und unschädliche Beseitigung derselben aus einzelnen

Haushaltungen" die maassgebenden hygienischen Grundsätze ausreichend klargestellt werden. Das dort Angegebene gilt grundsätzlich auch hier, so dass es sich für die Beseitigung der in Städten und Ortschaften anfallenden menschlichen Excremente hauptsächlich darum handelt, welche Systeme hierfür in Betracht kommen. —

Vorweg sei bemerkt, dass für die Abfuhr des Viehdüngers aus Städten und Ortschaften die gleichfalls bereits früher gegebenen Erörterungen ohne Weiteres Platz greifen und von einer Abhandlung über die Düngerbeseitigung aus Städten im Gegensatz zu derselben aus Einzelanwesen um so mehr abgesehen werden kann, weil es sich in Städten meist um eine so kleine Anzahl von Grundstücken handelt, auf welchen Viehdünger (grossentheils nur Pferdedung) produciert wird, dass die Einrichtung eines einheitlichen Systems der Düngerabfuhr grossen Schwierigkeiten begegnen würde. In Ortschaften, wo das Bedürfniss für die von einer Centralstelle aus erfolgende Düngerausfuhr ausnahmsweise eintreten sollte, könnte übrigens eine solche Abfuhrgelegenheit als Unterabtheilung der allgemeinen Kehricht- oder der im Nachfolgenden beschriebenen Abfuhreinrichtung für die Excremente geschaffen werden. Indess ist der Viehdünger vom Landwirth so geschätzt, dass letzterer den städtischen Hausbesitzern und noch mehr denjenigen kleinerer Orte diesen Dünger gerne abfährt, ja in vielen Fällen sogar Bezahlung für die Ueberlassung desselben anbietet. Die Aufbewahrung und Compostierung des Düngers zu solchen Zeiten, in welchen ein Ausbringen auf die Felder nicht thunlich erscheint, ist hierbei stets Sache des Landwirths. Es ist daher für Städte und Ortschaften in den meisten Fällen eine polizeiliche Regelung der Viehdüngerabfuhr betreffs der im Jahre gebotenen öfteren Düngergrubenentleerung und der Erlass polizeilicher Vorschriften über die Beschaffenheit der Ausfuhrwagen und die einzuhaltenden Transportzeiten, sowie über die Lagerung des Düngers und die Anlage von Düngersammelstätten ausserhalb der städtischen Gemarkung vollständig ausreichend. In den Einzelheiten hat hierbei das früher in dieser Hinsicht Erörterte zur Grundlage zu dienen. —

Maassnahmen betreffs der thierischen Excremente.

a) Die üblichen Abfuhrsysteme.

Die Ansammlung der menschlichen Excremente geschieht bei diesen Systemen entweder in Gruben oder in Tonnen.

Gruben können mit gewöhnlichen Trockenabtritten, mit Torfstreuclosets oder mit Waterclosets in Verbindung stehen. In letzterem Falle müssen dieselben nothgedrungen mit Ueberläufen nach den

Grubensystem.

städtischen Canälen hin versehen werden, weil die Entleerungskosten der Gruben infolge der abzuführenden grossen Wassermengen für den Städter unerschwinglich werden.

Gruben mit Ueberlauf und Desinfectionseinrichtung.

Ein Einleiten in die Canäle kann aber nur nach vorhergegangener Desinfection gestattet werden und sind desshalb Desinfectionseinrichtungen nach Friedrich, Süvern, Zeitler o. a. (vergl. Seite 163 ff.) erforderlich. Die Abtrittsgruben mit Desinfection characterisieren sich als eine Uebergangseinrichtung zwischen der Abfuhr der Excremente und der Fortspülung derselben durch die Canäle, indem der Inhalt der Grube, und zwar der Schlammabsatz in derselben, zur Abfuhr und das abgeklärte Ueberlaufwasser zum Abfluss gelangt. Ihre Anlage mit Nebeneinrichtungen, sowie ihr Betrieb ist für den Hausbesitzer stets mit mehr Auslagen verbunden, als die Schwemmcanalisation oder das gewöhnliche Gruben- oder Tonnensystem erfordern. Gegenüber dem unmittelbar an die Canäle angeschlossenen Watercloset sind mehrerforderlich die Anlagekosten für die Abtrittsgrube, die Kosten für den Chemikalienverbrauch und die Mehrkosten für die Rührapparate gegenüber den einfacheren Spülvorrichtungen der Closets. Im Vergleich zu den gewöhnlichen Grubeneinrichtungen ergeben sich Mehrkosten hauptsächlich wegen der Beschaffung der Rühr- und Spülapparate und der Chemikalien. Da auch eine fortlaufende scharfe Controle über die regelmässige Desinfection des Grubeninhalts stattfinden muss, so empfiehlt sich die Einführung dieses Systems nur in solchen Orten, in welchen aus bestimmten Gründen das Fortspülen der Fäcalien durch die Canäle nicht gestattet werden kann, in denen aber gleichwohl den einzelnen Hausbesitzern die mit der Errichtung von Waterclosets verbundenen Annehmlichkeiten nicht entzogen werden sollen. Für eine obligatorische Einführung ist das System nicht geeignet, denn die Mehrkosten desselben gegenüber der unmittelbaren Einleitung in die Canäle würden höher kommen, als eine sehr sorgfältige centrale Reinigung der sämmtlichen Canalwässer, welche doch mehr Gewähr für eine jederzeit gleichmässige und ausreichende Desinfectionsleistung bietet, als eine grosse Zahl selbst der bestcontrolierten Einzelanlagen.

Gruben in Verbindung mit Streuclosets.

Grubenanlagen in Verbindung mit Streuclosets haben gegenüber den gewöhnlichen Abtrittsgruben den Nachtheil, dass ihre Entleerung längere Zeit beansprucht, weil sie von Hand aus geschehen muss. Ferner sind die durch dieses System bedingten Fuhrleistungen grössere, weil durch den zweimaligen Torfmulltransport eine Mehrlast von 25—33 % des Grubeninhalts hinzukommt. Dagegen können auch grössere Mengen Fäcalien noch in einfacher und wenig kostspieliger

Weise (in offenen flachen Gruben mit dichter Sohle) ausserhalb der Ortschaften ohne gesundheitliche Bedenken gesammelt und gelagert werden. Die beiden ersten Nachtheile fallen aber bei einigermaassen verkehrsreichen Städten, von etwa 30 000 Einwohnern anfangend, so schwer in die Wagschale, dass die Einführung des Grubensystems mit Streuclosets eben nur in kleineren Städten statthaft ist und selbst hier nur in dem Fall, in welchem die Cultur und die Bodenart der umliegenden Felder die Torffäcaldüngung als vortheilhaft erscheinen lassen. Es ist dann dieses System kaum mit Mehrkosten verbunden, weil einerseits der Werth des Torfmulls ersetzt wird und andererseits durch den, infolge Bindung des Ammoniaks, gesteigerten Werth des Grubeninhalts die vermehrten Betriebskosten wieder eingebracht werden können.

Tonnensystem.

Bei dem Abtrittstonnensystem kommen in der Regel nur Trockenaborte und zwar sowohl gewöhnliche als solche mit Torfmullstreuvorrichtung zur Anwendung. Der Gebrauch von Waterclosets ist beim Tonnensystem nicht allgemein durchführbar, da schon von Häusern mit mehr als 24 Einwohnern die 125 l-Tonne täglich 2 Mal abgeholt werden müsste und daher unverhältnissmässige Betriebskosten für dieses System entstehen würden. Das Streucloset erfordert auch hier wieder höhere Anlage- und Betriebskosten als der einfache Trockenabtritt.

Ueberläufe der Tonnen nach den Haus- und Strassencanälen sind principiell zu verbieten. Durch Zulassung der Ueberläufe würde mit dem beim Tonnensystem festzuhaltenden Grundsatze, die unterirdischen Abwässercanäle frei von den Excrementen zu halten, gebrochen und die Gefahr einer immer mehr sich ausdehnenden unzulässigen Benutzungsweise der Canäle vorhanden sein. Ausserdem erleidet erfahrungsgemäss, wie schon an anderer Stelle erörtert, die Canalluft durch die aus derartigen Ueberläufen den Canälen zufliessende, stark faulige Flüssigkeit eine so bedeutende Verschlechterung, dass das Canalinnere in einen viel schlimmeren Zustand geräth, als wenn sämmtliche Fäcalien gleichmässig eingeleitet und abgeschwemmt würden. Wohl wären ja auch bei den Tonneneinrichtungen Desinfectionsanlagen nach Friedrich etc. anzubringen und dadurch die Bedenken gegen Ueberläufe aus dem Weg zu räumen. Allein ein jederzeit wirksamer selbstthätiger Desinfectionsbetrieb lässt sich beim Tonnensystem der hohen Kosten halber nicht allgemein durchführen, und die Controle ist bei den vielen, in steter Auswechselung begriffenen Excrementebehältern noch schwieriger als bei den Grubeneinrichtungen.

β) Betrieb der Ausfuhr.

Ausfuhr des Grubeninhalts.

Luftpumpbetrieb.

Für die Entleerung der Abtrittsgruben sollte nur mehr die pneumatische Methode in Anwendung kommen. Für Ortschaften und kleinere Städte kann zur Herstellung der Luftleere in den Ausfuhrfässern Handpumpbetrieb zugelassen werden, während für Städte von etwa 30 000 Einwohnern an unbedingt Dampfmaschinenbetrieb zu fordern ist.

Abfuhrwagen.

Die wenigstens in Städten stets aus Eisen herzustellenden Transportfässer der Abfuhrwagen erhalten in eben gelegenen Städten einen nutzbaren Inhalt von 900—1200 l und können alsdann noch einspännig gefahren werden. Ueber 1000 l sollte bei einspännigem Betrieb nicht gegangen werden, wenn, wie dies grossentheils der Fall, die Transporttonnen unmittelbar auf die zu düngenden Felder gefahren werden müssen. Fässer, welche auf den Strassen verbleiben, also nur dem Transport der Excremente von den Abortgruben nach den Düngersammelstätten oder nach Umladestellen gefahren werden, können auch bei 1500 l Inhalt noch einspännig betrieben werden. Für Orte, welche auf gefällsreicherem Terrain liegen, empfiehlt sich die Verwendung von 1500 l Fässern, welche zweispännig gefahren werden. Fässer, welche nicht aufs Feld gefahren werden, können beim Zweigespann mit 1800—2500 l oder durchschnittlich 2000 l Inhalt verwendet werden.

Die Einflussöffnung der Latrinenfässer ist durch einen Schieber verschliessbar. Derselbe kann durch einen Hebelarm schnell geschlossen, bezw. geöffnet werden. Vor dem Schieber befindet sich ein Ansatzstück, entweder mit Schraubengewinde oder mit Bügelverschluss, an welches die Zubringeschläuche luftdicht befestigt werden. Wenn das Fass wieder entleert werden soll, so wird ein Ablaufschlauch an der gleichen Stelle befestigt, sofern die Excremente in eine Sammelgrube entleert werden. Soll mit denselben unmittelbar vom Fass aus gedüngt werden, so wird — wie bereits früher bemerkt — an Stelle eines Schlauches ein schaufelförmig auslaufendes eisernes Ansatzstück an der Ausmündung befestigt und dadurch erreicht, dass sich die ausfliessende Jauche über die ganze Fahrbahnbreite gleichmässig ausbreitet.

Bedingungen und Einrichtungen für schnelle und billige Grubenreinigung.

Im Allgemeinen ist man in Ortschaften und Städten, welche sich nicht im Besitze einer organisierten Grubenausfuhr befinden, in all den Punkten noch sehr weit zurück, deren Beachtung eine verhältnissmässig schnelle, wenig umständliche und billige Grubenräumung gewährleistet. So sind beispielsweise die Gruben nicht selten in fast unzugänglichen Höfen gelegen und weit von den Hausgängen ent-

fernt, so dass es oft viel Zeit und Mühe kostet, bis die Saugschläuche vom Abfuhrwagen bis zur Abtrittsgrube gelegt sind. Auf die gebotene Anbringung der Grubendeckel über dem Sagloche der Grube ist oft nicht Rücksicht genommen, abgesehen davon, dass ausgebildetere Einrichtungen zur Erleichterung der Entleerung, wie sie in Städten unbedingt zu fordern sind, vollständig fehlen. Zu diesen Einrichtungen ist zu rechnen die Anordnung eines besonderen kleineren Deckelchens über der Saugstelle der Grube, welches gerade so weit ist, dass der Saugschlauch nebst Saugkorb durch dasselbe hindurchgeht, so dass es nicht nöthig ist, während der ganzen Entleerungsdauer die Einsteigdeckel der Grube offen zu halten. Noch besser ist es, die Gruben mit feststehenden eisernen Saugrohren auszustatten, an deren, ausserhalb der Grube mit Hülsen zu schliessenden, Enden die Saugschläuche angeschraubt werden können. Am empfehlenswerthesten ist es jedoch, besonders bei zusammenhängender Bebauung, solche Saugrohre, etwa unter dem Hausgang oder an der Kellerdecke entlang, bis zur Strassenflucht des Gebäudes zu verlängern und dort in einem verschliessbaren Kästchen enden zu lassen. Das Rohrende ist daselbst gewöhnlich mit einer angeschraubten Kapsel verschlossen, welche gleiches Gewinde besitzt, wie die Verbindungshülse am Saugschlauchende des Abfuhrwagens. Hierdurch kann dieser Schlauch jederzeit schnell, leicht und ohne weitere Umstände an die feststehende Abortsaugleitung angeschraubt werden. Die Entleerung der Grube geht hierbei ausserordentlich rasch und ohne jede Belästigung innerhalb des Hauses von Statten. Auch die Verkehrsstörung auf den Trottoirs und den Strassen wird dadurch auf ein geringes Maass beschränkt. Der Fussgängerverkehr könnte sogar vollständig unbeeinträchtigt bleiben, wenn man sich entschlösse, die eisernen Saugröhren bis zum Kantstein des Bürgersteigs zu führen und das mit einer Kapsel verschlossene Endstück daselbst mit einer Hahnenkappe ähnlich wie die Hydranten der Wasserleitung abzudecken. Das hier anschliessende Saugrohr des Abfuhrwagens wäre dann nicht mehr über den Fussweg zu führen und könnte eine äusserst geringe Länge erhalten.

Betreffs der Reinigung der Gruben von dem Bodensatz wird auf das bei der Grubenentleerung der Einzelanwesen Gesagte verwiesen. Nur wird hier noch betont, dass diese Arbeit stets mehr oder weniger ekelerregend ist, auch kaum ohne Entwickelung lästiger Gerüche vorzunehmen ist und in Städten daher unbedingt bei Nacht zu geschehen hat. Reinigung der Gruben vom Bodensatz.

Jede Grubenentleerung sollte unter gesundheitspolizeilicher Auf-

Technische Prüfung der Grube. sicht vorgenommen und jede Grube sollte alljährlich mindestens einmal, gelegentlich einer Entleerung, einer Prüfung auf ihre Dichtigkeit und ihren baulichen Zustand unterzogen werden.

Besondere Entleerungszeiten. In besonders verkehrsreichen städtischen Strassen können Grubenentleerungen nur des Nachts stattfinden, weil Tags über die Verkehrsstörung sowohl als auch die Belästigung des Publikums zu gross wäre. Für Strassen, welche vorwiegend zu Spaziergängen dienen oder überhaupt mehr Personenverkehr aufweisen, empfiehlt es sich, die Entleerungszeiten wenigstens auf die frühen Morgen- oder im Nothfalle auf die Vormittagsstunden zu beschränken.

Entleerungsturnus. Eine geregelte rationelle Durchführung der Abtrittsgrubenentleerung in Städten hat die Einführung des sogenannten Entleerungsturnus zur nothwendigen Voraussetzung. Hierunter ist zu verstehen, dass die Grubenentleerung strassenweise innerhalb bestimmter Zeiträume stattfindet und für jedes Haus vorgenommen wird, gleichviel, ob dessen Grube mehr oder weniger gefüllt ist. Der Zeitraum zwischen 2 Entleerungen sollte hierbei auf nicht mehr als höchstens 4 Monate festgesetzt werden. Gewöhnlich wechselt er zwischen 1—3 Monaten. Ein zweimonatlicher Entleerungsturnus dürfte sich für nicht zu dicht bewohnte Städte am Besten bewähren. In Stuttgart hat sich eine monatliche Reinigungsfrist zweckentsprechend erwiesen.

Entleerung ausser der Reihe. Ausser der Reihe sollten die Gruben nur in Nothfällen (frühere Füllung in Folge aussergewöhnlicher Benutzung; plötzlich auftretende Undichtigkeiten; Haus-Um- oder Neubauten u. s. w.) gestattet werden. —

Vortheile des Turnus. Eine derart geregelte Reinigung beansprucht den geringsten Material- und Kostenaufwand und hat den Vortheil, dass die Entleerungszeit für die einzelnen Gruben auf das geringste Maass beschränkt wird und der Bodensatz weniger dicht gelagert ist und desshalb meist noch durch das Saugrohr aus der Grube befördert werden kann. —

Fäcalsammelgruben. Wie schon des Oefteren bemerkt, ist der Landwirth nur für einen Theil des Jahres Düngerabnehmer. Will man daher einerseits die Durchführung der turnusmässigen Grubenentleerung möglich machen, andererseits nicht in die Lage kommen, dem Grundbesitzer den Grubeninhalt als Dünger geradezu aufdrängen zu müssen und will man es erreichen, dass sich thunlichst eine gewisse Nachfrage einstellt, so müssen unter allen Umständen Sammelgruben für die Fäcalien hergestellt werden. Ohne Fäcalsammelgruben ist, wie die Erfahrung gelehrt hat, thatsächlich eine wohlorganisierte Grubenabfuhrunternehmung nicht möglich.

Die Fäcalsammelgruben sollten ein Fassungsvermögen besitzen.

welches mindestens der vierteljährig anfallenden Fäcalmenge gleich ist. Selbstverständlich hängt jedoch das benöthigte Fassungsvermögen vollständig von den jeweiligen örtlichen Verhältnissen ab. Wo es beispielsweise gelingt, feste Abnahmeverträge mit den Landwirthen zu schliessen, genügt es, den Inhalt der Sammelgruben auf diejenige Fäcalmenge zu beschränken, welche erfahrungsmässig in Folge der durch die Witterungsverhältnisse bedingten Schwierigkeiten der Ausfuhr auf das Feld in den Sammelgruben zeitweise zur Ablagerung gelangen muss. Nach den vorliegenden Erfahrungen genügen in solchen Fällen Sammelgruben mit etwa 10% Fassungsraum der Jahresmenge an ausgefahrenem Grubeninhalt. Wo feste Verträge nicht bestehen und billige Transportgelegenheiten, welche den Absatz der Fäcalien auf grössere Entfernungen hin ermöglichen, nicht vorhanden sind, müssen Sammelgruben gebaut werden, deren Fassungsraum der halben, ja der ganzen jährlich entstehenden Fäcalmenge entspricht. — Fassungsvermögen derselben.

Die unmittelbare Ausfuhr des Abtrittsgrubeninhalts auf das Feld ist bis auf eine Entfernung von 3—4 km in den meisten Fällen noch nutzbringend und vortheilhaft für den Landwirth. Mit Rücksicht hierauf und weil mit der Anlage von Sammelgruben und mit dem Betrieb Geruch verbunden ist, sollten dieselben in der Regel, sofern sie nur durch Achsentransport zu erreichen sind, mindestens 3 und höchstens 8 km von dem jeweiligen Stadtbering entfernt angelegt werden. — Unmittelbare Ausfuhr der Fäcalien auf das Feld. Entfernung der Sammelgruben von der Stadt.

Die Sammelgruben können entweder offen oder überwölbt sein.

Die vollständig offenen Sammelgruben sind indess nicht zu empfehlen, weil bei Frost in Folge eintretender Eisbildung die Düngerentnahme sehr erschwert wird. Gewöhnlich erhalten daher die nicht überwölbten Gruben einen schützenden Holzüberbau. Offene Sammelgruben.

Die überwölbten Sammelgruben werden zweckmässig in einzelne Abtheilungen zerlegt und erhalten Gewölbe von 2,5—4 m Spannweite. Die Gewölbe werden mit Erde 0,5—0,75 m hoch abgedeckt. Die Gruben sind durch an den Kappen der Gewölbe angebrachte Luftröhren zu entlüften und durch Revisionsschächte, welche am zweckmässigsten mit Eisen abgedeckt werden, zugänglich zu erhalten. Hier und da sind an Stelle der Eisenabdeckung behufs Lichtzuführung zu den Gruben Glasdeckel angeordnet worden; dieselben erweisen sich aber meist von geringem praktischen Werth, da zu Revisionszeiten die Schachtöffnungen doch geöffnet werden und für etwaige Arbeiten im Inneren trotzdem künstliche Beleuchtung erforderlich ist. Ueberwölbte Sammelgruben.

Die Sammelgruben sind für eine nutzbare Tiefe von 2 bis

Nutzbare Tiefe. höchstens 4 m, in der Regel 2,5 m einzurichten. Der Inhalt der Abfuhrwagen wird der Grube vermittelst einer Schlauchverbindung durch natürlichen Druck zugeführt.

Füllung. Es empfiehlt sich, die Excremente zunächst in Einfallschächte fliessen zu lassen, in welche nach dem Grubeninneren zu eiserne Siebe eingesetzt sind, um gröbere Gegenstände, welche erfahrungsmässig bei der stark saugenden Wirkung des Dampfbetriebes in die Abfuhrfässer mitgerissen werden, zurückzuhalten.

Entnahme des Düngers aus den Sammelgruben. Die Entnahme aus den Sammelgruben geschieht entweder durch Pumpen mit maschinellem oder Handbetrieb, oder durch natürlichen Druck, wenn die Einrichtung so getroffen werden kann, dass der Abfuhrweg um das entsprechende Maass tiefer als der Zufuhrweg zur Grube liegt. Anlagen der ersteren Art sind beispielsweise in Mannheim, solche der letzteren Construction in Posen und in früherer Zeit auch in Wiesbaden ausgeführt werden. Die letztgenannte Construction setzt eine besonders sorgfältige Fundierung und Herstellung der unteren Frontmauer voraus, da die Abfuhrstrasse tiefer als die Grubensohle zu liegen kommt.

Nebenanlagen. Zu jeder Sammelgrube gehört ein Haus zur Unterkunft des Betriebswärters, eine gute Zu- und Abfuhrstrasse und eine geeignete Wasserversorgungsanlage. Ausserdem empfiehlt sich, sofern nicht locale Gründe dagegen sprechen, die Einrichtung von offenen, mit einer Halle umbauten Gruben zur Compostbereitung durch Mischung der Fäcalien mit Torfmull und, wo vortheilhaft, mit Kehricht. Dies ist desshalb wünschenswerth, weil dann dem Bodensatz der Abtrittsgruben, soweit er nicht als unbrauchbar vergraben werden muss, eine bestimmte Sammelstätte gegeben ist. Auch kann der Grubenwärter in stilleren Abfuhrzeiten durch die Compostbereitung beschäftigt werden.

Die Anlage von Remisen für die Abfuhrwagen und von Reinigungsvorrichtungen für dieselben durch Wasser oder Dampf nächst den Düngersammelgruben ist dringend zu empfehlen. —

Kosten der Sammelgruben. Die Kosten der überwölbten Sammelgruben belaufen sich für das cbm nutzbaren Fassungsraum auf 35—55 M., durchschnittlich 45 M., einschl. Grunderwerb, Zufuhrstrassen und aller Nebenanlagen.

Düngerabgabe aus den Sammelgruben. Die Düngerabgabe aus den Sammelgruben hat am Besten nach Cubikmaass zu erfolgen. Die gewöhnlichen Jauchefässer der Bauern müssen desshalb ausgemessen und mit einer Aichmarke versehen werden. Um eine gesicherte Abnahme des Inhalts der Sammelgruben zu erzielen, sind nach Möglichkeit mit den Landwirthen der Umgegend feste Lieferungsverträge abzuschliessen. Soweit dies unthunlich, hat

sich die regelmässige partthieweise Versteigerung des Grubeninhalts bewährt. —

Bei Städten über 50 000 Einwohner stehen in der Regel Flächen, für welche die Transportkosten der Fäcalien innerhalb der den Dungabsatz nicht hindernden Grenze bleiben, nicht mehr in ausreichender Grösse zur Verfügung. Hierdurch wird das Düngerangebot zu gross, und es findet eine stark rückläufige Preisbildung für den Fäcaldünger statt. Unter diesen Umständen bleibt nichts anderes übrig, als nach dem Vorgange von München, Stuttgart, Posen, Dresden, Leipzig etc. das Absatzgebiet durch Einführung des Eisenbahntransports für die Fäcalien zu vergrössern. Es gelingt durch diese Transportweise, die Fäcalstoffe bis auf Entfernungen von 50 km abzusetzen. Die weiteste Entfernung in Stuttgart betrug ausnahmsweise sogar 92 km. Am rationellsten gestaltet sich der Eisenbahntransport für Entfernungen von 20—40 km. Fäcaltransport durch die Eisenbahn.

In Stuttgart haben die Abnehmer für eine Eisenbahnwagenladung = 9 cbm Fäcaldünger neben der Eisenbahnfracht (ausser der Expeditionsgebühr von 6 M. und 1 Mk. Wagenmiethe, 27 Pf. für jedes km) je nach Entfernung und Zeit des Bedarfs tarifmässig 6—18 M. bezahlt. Jedoch gingen in neuester Zeit diese Preise wesentlich herunter.

Zur Fortschaffung der Fäcalien auf der Bahn sind besonders construierte Transportwagen nothwendig. In Stuttgart sind auf die Eisenbahnwagen je drei Holzfässer von je 3 cbm Inhalt aufmontiert, während in München, Dresden und Leipzig jeder Eisenbahnwagen meist mit einem eisernen Behälter zwischen 9 und 10 cbm Inhalt, entweder in Kessel- oder Kastenform, ausgestattet worden ist. In Posen sind auch abnehmbare Kasten auf den Eisenbahnwagen angeordnet, welche einzeln auf Fuhrwerke aufgesetzt werden können. Hierdurch soll kleinen Besitzern die Abnahme von Fäcalien erleichtert werden. Die Stuttgarter Holzbehälter haben den Vortheil, dass ihr Inhalt während der Winterszeit nicht so leicht einfriert, während das Einfrieren bei Eisenbehältern gewärtigt werden muss. Letztere werden desshalb zweckmässig mit einem schlechten Wärmeleiter und mit einer Holzumkleidung versehen. Transportwagen hierzu.

Das Einbringen des Grubeninhalts in die Bahnfahrzeuge erfolgt entweder von einer höheren Laderampe aus, auf welche die Abfuhrwagen so hoch zu stehen kommen, dass ihr Inhalt durch eine Schlauchverbindung mit natürlichem Druck nach dem Bahnwagen überfliesst, oder die Fäcalien werden mittelst Dampfkraft durch comprimierte Luft nach den Transportwagen hinübergedrückt. Beide Verfahren sind im Gebrauch. Das Füllen der Transportwagen.

Fäcalstationen.

Ein unbedingtes Erforderniss für eine geordnete Eisenbahnabfuhr ist die Anlage von Fäcalsammelgruben an möglichst vielen Eisenbahnstationen, da es einerseits nicht immer möglich ist, den Grubeninhalt sofort von Waggon aus auf die Felder zu verfahren und andererseits sehr viele kleinere Grundbesitzer nur wenig Dünger brauchen und kaufen können und Werth darauf legen, denselben zu den gerade passenden Zeiten ohne Weiteres abholen zu können.

Wichtigkeit des Eisenbahntransportes.

Der Eisenbahntransport der Fäcalien hat sich als ein ausserordentlich wichtiger Factor für eine richtige Preisbildung des Latrinendüngers bewährt. In Stuttgart beträgt der Düngererlös aus Eisenbahntransporten reichlich $^{2}/_{3}$ des Gesammterlöses. Auch in Posen wurden beispielsweise in 1891/92 von insgesammt 19 767 cbm verkauften Fäcalien 13 428 cbm von der Eisenbahnverladestelle aus abgegeben.

Wassertransport.

Wo für den Fäcaltransport Wasserstrassen, wie in manchen holländischen und norddeutschen Städten zur Verfügung stehen, tritt deren Benutzung der billigeren Frachtsätze wegen meist vortheilhaft in Concurrenz mit dem Eisenbahntransporte. —

Geräthe einer Abfuhreinrichtung.

Für ein Stadtgebiet von 25—30 000 Einwohnern sind für einen geregelten Grubenausfuhrbetrieb folgende Geräthe nothwenig:

1) Eine fahrbare Dampfluftpumpe, in Eisen gebaut und auf Federn ruhend, mit einer 4—5 pferdigen Dampfmaschine. Eine solche Pumpe hat gewöhnlich die Leistungsfähigkeit von 500 l in der Minute und kostet etwa 3000—4000 M.

2) 12—15 in Eisen gebaute, auf Federn ruhende Abfuhrwagen mit einem Inhalt von etwa 1000—1500 l. Für einen derartigen Wagen sind 700—800 M. aufzuwenden.

3) 2 zweirädrige Utensilienwagen mit Trommel zum Aufrollen der Schläuche und mit Segeltuchumhüllung. Preis 300—350 M.

4) 1 Abfuhrwagen nebst 10 Sammelgefässen zum Transport des Bodensatzes, in Eisen gebaut, geschlossen und mit Klappwänden versehen; zum Preise von 1300 M.

5) 100 m Gummispiralschläuche von 100 mm lichter Weite mit den nöthigen Kuppelungen in Messing; für zusammen etwa 3600 M.

6) 6—10 m Luftschlauch, 40 mm weit, mit Verschraubungen. Preis ungefähr 120 M.

7) Als Reserve eine Handluftpumpe auf vierrädrigem Wagen montiert mit allem Zubehör; 900—1000 M. kostend.

8) Die für die Reparaturen zugehörigen Werkzeuge, sowie Eimer, Kratzen und Schaufeln; Preis etwa 100—150 M.

Die gesammten Abfuhrgeräthe kosten hiernach rund 22 000 M.

für je 25000—30000 Einwohner oder annähernd 1 M. auf den Kopf der Bevölkerung als einmalige Ausgabe. Von 50000 Einwohnern an empfiehlt es sich, anstatt der Handluftpumpe eine Dampfpumpe als Reserve zu beschaffen und eine Handluftpumpe in solchen Strassen und Gässchen zu verwenden, in welchen der Dampfbetrieb ausgeschlossen werden muss. Auf je drei Dampfluftpumpen hat stets eine Reservepumpe zu entfallen

Kosten der Abfuhrgeräthe.

Die Kosten der Entleerung der Abortgruben einschliesslich der Verzinsung und Amortisation des Inventars und der baulichen Anlagen setzen sich wie folgt zusammen. Es entfallen auf das cbm Grubeninhalt:

Entleerungskosten.

Antheil an der Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, Erneuerung des Inventars, sowie Unterhaltung desselben	0.60—0.90 M.
Eigentliche Entleerungskosten	1.00—1.50 „
Abfuhrkosten bis zur Verkaufsstelle	1.00—2.00 „
	2.60—4.40 M.

Es kommt nun wesentlich darauf an, wie sich diese Gesammtausgaben durch den Verkauf des Grubeninhalts als Dünger ermässigen. Nach vorgenommenen genauen Analysen enthielt das cbm Stuttgarter Fäcaldünger im Durchschnitt 4.24 kg Stickstoff, 1.84 kg Phosphorsäure, 1.69 kg Kali. Der Handelswerth dieses Düngers würde hiernach, bei den mässigen Preisansätzen von 0.90 M. für das kg Stickstoff, 0.15 M. für das kg Phosphorsäure und 0,20 M. für kg Kali, rund 4.40 M. betragen. Da aber der Landwirth noch die Transportkosten von den Sammelgruben auf das Feld, sowie gegenüber den künstlichen Düngern erhöhte Kosten für die Unterbringung des Fäcaldüngers auf dem Felde zu bestreiten hat, so wird ein so hoher Preis in den seltensten Fällen erzielt. Der Preis für 1 cbm Fäcaldünger schwankt vielmehr in den meisten Abfuhrstädten zwischen 0 und 3 M. Als gewöhnlicher, dauernder Mittelpreis ist 1 M. für das cbm anzunehmen, so dass hiernach die mit dem Grubenabfuhrsystem verbundenen Kosten 1.60—3.40 für das cbm, 0.80—1.70 M. auf den Kopf betragen würden. Thatsächlich belaufen sich beispielsweise die von den Hausbesitzern in Form von Gebühren zu zahlenden Zuschüsse auf den Kopf in Posen auf 0.90 M., in München auf 1 M., in Mannheim auf 1.10 M., in Wiesbaden vor Einführung der Schwemmcanalisation auf 1.50 M., während sie in Stuttgart etwa 1.80 M. erreichen. Bei einem Zuschuss von 1.80 M. auf den Kopf, was einem Gebührensatz von 3.60 M. für das cbm entspricht, müsste nach unseren auf Erfahrungszahlen beruhenden Berechnungen ein einheitlich organisiertes Grubenabfuhr-

Ermässigung der Gesammtausgaben durch Düngerverkauf.

unternehmen bei Beobachtung aller hygienischen Rücksichten recht wohl ohne Defizit auskommen können, sofern nicht besonders ungünstige Düngerabsatzverhältnisse vorhanden sind. Es wird desshalb bei unseren späteren Kostenvergleichungen für das Grubenabfuhrsystem der Kostensatz von 1.80 M. auf den Kopf als der unter den gewöhnlichen Verhältnissen in Berücksichtigang zu ziehende Maximalsatz zu betrachten sein.

Ausfuhr des Tonneninhalts.

Wagen zur Abfuhr der Tonnen.

Das in grösseren Ortschaften und Städten eingeführte Tonnensystem erfordert unbedingt solche Wagen zur Abfuhr, welche eine möglichst grosse Anzahl von Normaltonnen (100—125 l) aufnehmen können. Hierbei ist die Anlage von Tonnenreinigungsanstalten unerlässlich: denn es kann bei einem städtischen Tonnenabfuhrbetrieb nicht zugegeben werden, dass die entleerten Tonnen in unreinem Zustand in den Häusern wieder Aufstellung finden. Es darf dies um so weniger sein, als es fast unausführbar ist, dieselben Tonnen auch wieder nach den früher inne gehabten Tonnenkammen zu verbringen. Bei nicht besonders sorgfältiger Tonnenreinigung könnten desshalb Verschleppungen von Infectionsstoffen stattfinden. Die Tonnenreinigungsanstalt wird am Besten mit den bei Tonnenbetrieb erst recht nothwendigen Excrementesammelgruben vereinigt. Die direct auf den Felden ausgeleerten Tonnen wären alsdann nach den Sammelgruben zu verbringen, während die dort entleerten Tonnen an der gleichen Stelle gesäubert würden. Die Tonnenreinigung muss als ein Desinfectionsvorgang angesehen werden, wesshalb es sich empfiehlt, die Tonnen zunächst mit Wasserdampf zu behandeln und alsdann erst, soweit nöthig, mit Wasser auszuspülen.

Tonnenreinigung.

Kosten der Tonnenabfuhr.

Die Kosten der Tonnenabfuhr sind naturgemäss höher als beim Grubensystem. Einmal hat man eine grosse Anzahl von Transportgefässen, also vermehrte todte Last gegenüber den grossen Abfuhrwagen für die Gruben zu bewältigen und ausserdem ist ein verhältnissmässig höherer Fuhrkostenaufwand infolge der nothwendigen häufigen Tonnenabholungen (2—7tägiger Turnus) unumgänglich. Die Mehrbelastung durch die Tonneneinrichtung ergiebt sich auf den Kopf der Bevölkerung zu etwa 0.50 M. jährlich, so dass hiernach eine Gesammtbelastung von 1.30—2.20 M. für den Kopf jährlich eintreten kann. Die Mehreinnahme für die Tonnenfäcalien wegen des bei den frischen Excrementen meist höheren Gehaltes an Pflanzennährstoffen fällt nicht ins Gewicht, weil die Hauptabgabe der Fäcalien doch aus den Sammelgruben, in welchen sie länger lagern, geschieht.

Wo Torfstreuclosets an die Tonnen angeschlossen sind, ergeben sich wegen der Beschaffung des Torfmulls u. s. w., nach Abzug des höheren Dungpreises, mindestens weitere 0.50 M. für den Kopf Mehrkosten jährlich.

Anschluss von Torfstreuclosets.

Das eine Abart des Tonnensystems darstellende Kübelsystem ist für grössere Städte zu verwerfen.

Regelung des Abfuhrwesens durch Polizeiverordnung.

Die aus sanitären und wirthschaftlichen Gründen gebotene Einführung einer regelmässigen Reihenfolge (Entleerungsturnus) in der Ausfuhr, einer planmässigen Anlage von Fäcalsammelgruben, einer bei grösseren Städten dringend erforderlichen Eisenbahntransporteinrichtung, einer rationellen Durchführung des Düngerverkaufs, und endlich eines nach einheitlichen Grundsätzen eingerichteten Betriebes weisen mit zwingender Nothwendigkeit darauf hin, die Fäcalienbeseitigung in den Städten zu monopolisieren.

Nothwendigkeit der Monopolisierung des Abfuhrwesens.

Hierbei kann entweder der Betrieb von der Stadt selbst übernommen (Stuttgart), oder einem Unternehmer bezw. einer Gesellschaft übertragen werden (Leipzig). Zur Einrichtung eines derartigen Betriebes bedarf es jedoch einer polizeilichen Regelungsverordnung, durch welche die alleinige Ausübung der Ausfuhr Seitens der Stadtgemeinde oder die Zulassung nur eines einzigen Unternehmers ausdrücklich vorgesehen wird. Eine derartige Polizeiverordnung ist zulässig, da nach § 37 der Reichsgewerbeordnung die Unterhaltung des öffentlichen Verkehrs innerhalb der Orte der Regelung durch die Ortspolizeibehörde unterliegt. Der Uebergabe des Abfuhrwesens an einen Unternehmer hat eine genaue Festsetzung der in Betracht kommenden Entleerungsgebühren vorherzugehen. Die Verpflichtungen sowohl des Unternehmers als des Publikums betreffs des durchzuführenden Entleerungsturnus, des Entleerungsbetriebes, die Beschaffenheit des Inventars, die Einrichtung von Sammelgruben einschliesslich der Anforderungen an die Grösse und Beschaffenheit der Gruben und Tonnen u. s. w. sind hierbei gleichfalls auf dem Wege der Polizeiverordnung festzusetzen. Soweit die Stadtgemeinden selbst als Unternehmer auftreten, werden die Höhe der Gebühren, die Art ihrer Einziehung und sonstige nur den örtlichen Verhältnissen Rechnung tragende Bestimmungen nicht polizeilicher Natur, zweckmässig durch Ortsstatut festgesetzt. —

Polizeiliche Regelungsverordnung.

Ortsstatut.

Bei keinem anderen Zweig der Städtereinigung sind aber die localen Umstände so eingehend zu studieren und zu berücksichtigen, als gerade bei der Fäcalienbeseitigung. Denn wenn auch stets die-

Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse.

selben hygienischen Grundsätze hochgehalten und zur Durchführung gebracht werden müssen, so sind doch die jeweilige Entwickelung des Abfuhrwesens, die städtischen Bau- und Finanzverhältnisse sowie die Art der Bodenbewirthschaftung und die Bodenverhältnisse für die erfolgreiche Organisation des Abfuhrbetriebes von grösster Bedeutung. Man wird desshalb die Forderung nach Monopolisierung der Fäcalienabfuhr nicht immer durchführen können und muss sich unter Umständen mit mehreren Einzelbetrieben begnügen. Wenn hierbei, wie kaum anders möglich, der regelmässige Entleerungsturnus aufgegeben werden muss, so ist um so strenger auf eine im Jahre mindestens zweimalige vollständige Entleerung der Grube zu sehen.

Abfuhrbezirke.

In grösseren Städten sollte man, wenn die Zulassung mehrerer Abfuhrunternehmungen nicht von der Hand gewiesen werden kann, das Stadtgebiet in mehrere, möglichst grosse und keinesfalls unter 25 000 Einwohner zählende Abfuhrbezirke eintheilen. Jeder Unternehmung würde ein solcher Bezirk zur alleinigen Ausübung der Abfuhr zuzuweisen sein. Wenn ihr ausserdem die Verpflichtung zur Herstellung ausreichender Sammelgruben auferlegt würde, so liesse sich auch unter diesen Umständen ein turnusmässiger Abfuhrbetrieb einrichten.

γ) Verarbeitung der Fäcalien zu Poudrette.

Befreiung der Excremente vom Wassergehalt.

Schon frühzeitig erkannte man, dass die verhältnissmässig hohen Transportkosten für die nutzbringende Verwendung der Fäcalien als Dünger über eine gewisse Entfernung von der Erzeugungsstelle hinaus ein Hauptheminniss sind. Man suchte desshalb die Fäcalien von ihrem grossen Wassergehalt (93—95 %) zu befreien und dadurch einen hochwerthigeren, die Belastung mit grösseren Transportkosten vertragenden Dünger herzustellen. Es wurden zu diesem Zweck zahlreiche Verfahren erdacht und Fabrikanlagen daraufhin gegründet, in welchen zum Theil nach vorhergehender chemischer Behandlung durch Eindampfen, Austrocknen, Behandlung in Filterpressen und darauf folgender Pulverisierung ein möglichst geruchloses, dem Guano ähnliches Dungpulver erzeugt werden sollte, dessen Herstellungskosten durch den erhöhten Dungwerth weitaus gedeckt würden.

Zumischung düngerhaltiger Stoffe.

Durch Zumischung von anderen düngerhaltigen Körpern und Pflanzennährstoffen gedachte man die erzeugte Poudrette den jeweiligen Dungbedürfnissen des Bodens anzupassen und besonders durch Zuführung von Kali- und Phosphordünger aus den Fäcalien einen sogenannten Normaldünger herzustellen.

Obwohl zugegeben werden muss, dass die technische Möglichkeit

der Erzeugung eines werthvollen Kunstdüngers aus den Fäcalien vollständig vorliegt, so hat sich doch bis jetzt gezeigt, dass ein finanzieller Erfolg durch Poudrettierung nur in den seltensten Fällen und nur dann zu erzielen ist, wenn Seitens der Hausbesitzer eine Entleerungsgebühr erhoben werden kann, welche kaum unter 2 M. für das cbm betragen darf. Finanzieller Erfolg der Poudrettierung.

Die v. Podewils'sche Düngerfabrik zu Augsburg ist in Europa zur Zeit wohl die einzige Poudrettefabrik, welche auf Grund ihrer ökonomischen und sorgfältigen Fabrikationsweise auch in financieller Hinsicht Erfolge aufweisen kann. —

Die Poudrettefabriken sind stets ausserhalb des Stadtgebietes zu verlegen, da ihr Betrieb auch bei der sorgfältigsten Einrichtung mit üblen Gerüchen nothwendigerweise verbunden ist. Bei der Auswahl des Platzes empfiehlt es sich, darauf Bedacht zu nehmen, dass die Fäcalienzufuhr auf solchen Strassen erfolgen kann, welche geringeren Verkehr haben und auch von frequentierten städtischen Spazierwegen ausreichend weit entfernt sind, da sonst der immer auf die gleichen Verkehrswege angewiesene Abfuhrbetrieb missständig empfunden wird. — Platzwahl.

Nach dem Verfahren von Buhl und Keller werden den Excrementen zunächst Chemikalien zugesetzt, welche eine sedimentierende und desinfizierende Wirkung ausüben (Zinksulfat und Aetzkalk oder Manganchlorür). Der Niederschlag, welcher nahezu alle suspendierten Stoffe enthält, wird abgepumpt und in einer Filterpresse zu festen Kuchen verarbeitet. Dieselben werden getrocknet und alsdann pulverisiert. Aus der über dem Klärschlamm stehenden, sowie von den Filterpressen ablaufenden Flüssigkeit wird durch Destillation unter Verwendung von Schwefelsäure Ammoniumsulfat gewonnen, wobei die Fäcalflüssigkeit hauptsächlich durch den Zusatz von Aetzkalk und zum Theil durch die Destillationswärme desinfiziert wird. Obwohl es durch dieses Verfahren gelingt aus 1 cbm Grubeninhalt 50 kg Poudrette mit 1,5 kg Stickstoff und 0,8 kg Ammoniumsulfat mit weiteren 1,7 kg Stickstoff zu gewinnen, so musste die auf diesem Verfahren beruhende Anlage in Freiburg wieder ausser Betrieb gesetzt werden, da eine Rentabilität nicht zu erzielen war. Poudrettierungsverfahren nach Buhl und Keller.

Bei dem Liernur'schen Verfahren wird das freie Ammoniak der Excremente durch Zusatz von etwas Schwefelsäure gebunden und das Ganze in Vacuumkesseln eingedampft. Die Vacuumapparate sind in derselben Weise wie die Abdampfer bei Zuckerfabriken eingerichtet, bei welchen der Dampf des einen Kessels zur Vorwärmung des nächsten Kesselinhalts dient. Auch soll der Abdampf der Dampfmaschinen zur Anwärmung mit verwerthet werden. Wenn die Excremente bis Poudrettierung nach Liernur.

zu einem steifen Brei auf etwa 60 % Wassergehalt eingekocht sind, werden sie mittelst einer rotierenden Bürste von einem Sammelgefäss aus auf eine langsam sich drehende Walze aufgebracht. Dieselbe ist derart mit Dampf geheizt, dass die aufgetragene Fäcalmasse auf der Walze zu einer harten Rinde eintrocknet, welche durch eine Stachelwalze abgerissen wird, so dass dadurch das fertige Dungpulver gewonnen wird. Nach anderen Vorschlägen Liernurs sollten die Fäcalien mit den verschiedensten chemischen Klär- und Desinfectionsmitteln, wie Kalk, Chlorkalk, Chlormagnesium, Eisenvitriol, Gyps, Theer versetzt, alsdann durch besondere Rührwerke zu Brei gemischt und hierauf eingetrocknet werden. Keines der von Liernur angegebenen Poudrettierungsverfahren hat sich erfolgreich Bahn gebrochen und zwar auch wieder hauptsächlich wegen der hohen, die Berechnungen Liernurs weit übersteigenden, Fabrikationskosten.

Verfahren v. Podewils.

Bei der Poudrettebereitung durch das v. Podewils-Verfahren werden die Excremente zunächst wieder behufs Bindung des Ammoniaks mit etwas Schwefelsäure versetzt, alsdann in einem Rührapparat durch die abziehenden Rauchgase der Feuerungsanlagen durchräuchert, wodurch sie bereits einen Theil ihres Geruchs und ihres Wassergehalts verlieren. Hierauf werden sie in flachen Behältern, welche in grösserer Anzahl über einander in einem abgeschlossenen Raum aufgestellt sind, verdampft. Die Verdampfung wird dadurch befördert und verbilligt, dass die Feuergase aus der unter dem verschlossenen Hauptbehälter angeordneten Heizanlage um die flachen Fäcalbehälter in aufsteigender Richtung circulieren. Die völlig eingetrockneten Massen werden alsdann pulverisiert. Soweit von vollständiger Eintrocknung abgesehen wird, kann das noch feuchte Product auch mit Torfmull, Knochenmehl, Superphosphat u. s. w. gemischt, in Ziegelform gepresst, alsdann getrocknet und pulverisiert werden. In letzter Zeit werden die Fäcalien auch im Vacuumapparat zur Eindampfung gebracht. Das von Podewils'sche Verfahren ist durch die im Laufe der Zeit fortwährend erzielten Verbesserungen, welche stets weitere Vervollkommnung zu erfahren scheinen, wie bereits bemerkt, auch in finanzieller Beziehung durchführbar geworden, wie das Beispiel von Augsburg zeigt, wo für das cbm Fäcalien 2,00—2,67 M. vom Hausbesitzer erhoben werden.

Hygienischer Werth der Poudrettierung.

In hygienischer Hinsicht wäre einer rationell eingerichteten Poudrettierungsanlage gegenüber dem einfachen Ausfahren der Fäcalien auf die Felder unbedingt der Vorzug einzuräumen, da durch die bei der Kunstdüngerfabrikation erfolgende Desinfection der Fäcalien auch zu Zeiten von Epidemieen jede Ansteckungsgefahr, wie

sie durch unvorsichtige Unterbringung der Excremente auf den Feldern sich ergeben kann, sicher ausgeschlossen erscheint. Leider ist es aber bis jetzt noch nicht gelungen, wirklich in jeder Hinsicht vollkommene Poudrettierungsweisen zur Einführung zu bringen, da bei finanziell zufriedenstellenden Betrieben noch nicht der Forderung nach ausreichender Geruchlosigkeit nachgekommen werden konnte.

δ) Besondere Transportweisen der Fäcalien.

Während einerseits bei der Poudrettierung der Zweck verfolgt wird, ein hochwerthiges Düngerproduct aus den Fäcalien zu erzeugen, welches höhere Transportposten auf sich nehmen kann, gingen andrerseits die Bestrebungen dahin, die Transportkosten selbst durch zweckmässige Einrichtungen herabzumindern und durch die hierdurch mögliche Vergrösserung des Absatzgebietes den Düngerverkauf zu heben.

Eisenbahntransport. Eine solche Einrichtung ist die bereits erwähnte Eisenbahnverfrachtung der Fäcalien, wodurch es möglich ist, beispielsweise das cbm 40—50 km weit mit insgesammt etwa 3 M. Transportkosten zu verschicken, so dass in düngerarmen Gebieten noch etwa 0.3—1.0 M. Nutzen vom cbm erzielt werden, jedenfalls aber die Fäcalien ohne Verlust abgesetzt werden können.

Röhrentransport. Andere Einrichtungen bestehen darin, dass das Fortschaffen der Fäcalien aus den Städten in unterirdisch liegenden, gusseisernen Röhren geschieht, welche von einer Centralstelle aus luftleer gepumpt werden, so dass durch den atmosphärischen Druck die den Röhren übergebenen Excremente nach dieser Centralstelle, ähnlich wie die Briefhülse bei der pneumatischen Post, hingetrieben werden. Diese Methode des Fäcalientransports durch pneumatische Röhrensysteme steht in der Mitte zwischen den Abfuhr- und den Abflusssystemen der menschlichen Abgänge. Sie wird daher vielfach als ein Canalisationssystem bezeichnet. Jedoch ist es unseres Erachtens richtiger, dieses System, als Beseitigungsweise nur der Fäcalien, den vorhergehenden Darstellungen der verschiedenen Abfuhrmethoden anzureihen.

Das Liernursystem.

Dem holländischen Capitainlieutenant Liernur gebührt unstreitig das Verdienst, zuerst mit dem Gedanken des an sich billigeren Röhrentransports für Fäcalien durch pneumatische Methode hervorgetreten zu sein und ihn zur praktischen Ausführung gebracht zu haben.

Technische Einrichtung. Bei seinem System ist ausserhalb der Stadt an einem möglichst tief gelegenen Punkte die Luftpumpanlage nebst einem oder mehreren Centralbehältern angelegt, von welchen aus nach verschiedenen in der Stadt ertheilten eisernen Hilfsbehältern (Bezirksreservoirs) die Haupt-

transportröhren führen. Diese Röhren, von Liernur Magistral- oder Expeditionsröhren genannt, sind von den Bezirksreservoiren mittelst eines Schiebers abschliessbar. Von den einzelnen Reservoirs gehen besondere Leitungen nach den zu dem Bezirke gehörigen Strassen aus. Sie erhalten Längen bis 300 und allerhöchstens 500 m. Von ihnen zweigen die einzelnen in die Abtrittsfallröhren übergehenden Hausröhren ab. Die Strassenleitungen erhalten Weiten von gewöhnlich 12—16 cm, während die Expeditionsrohre etwa 20 cm weit hergestellt werden. Die zu den Hilfsreservoiren gehörigen Stadtbezirke werden im Durchschnitt zu 10 ha angenommen und weisen Fassungsräume von 25—30 cbm auf.

Die Hausleitungen sind am unteren Ende des Abortfallrohres syphonartig gekrümmt, wodurch ein Luftabschluss zwischen Fallrohr und Hausleitung entsteht. Derselbe wird bei Trockenabtritten durch die Excremente gebildet, so dass die Fallröhre in derselben Weise abgeschlossen ist, wie bei den besonders ventilierten Abtrittsgruben, in welchen es entweder bis zum Boden geht, oder am unteren Ende nach aufwärts gekrümmt ist. Bei Waterclosets ist die Abschlussmasse ungefähr die gleiche wie in schlecht ausgespülten Closetsyphons, d. h. die Excremente sind etwa mit dem 4—6fachen Wasserquantum verdünnt. Da beim Luftabsaugen in den Röhren der besprochene Luftabschluss leicht durchbrochen würde und dann, infolge der in die pneumatischen Röhren eindringenden Luft vom Fallrohr aus, der Betrieb empfindlich gestört würde, so hat Liernur zwischen dem Fallrohrende und dem Strassenrohr eine langgestreckte Rohrsackung, die ein Tagesquantum aufnehmen kann, so angeordnet, dass schon eine grössere Saugwirkung nöthig ist, um die Fäcalien vollständig abzusaugen.

Betrieb. Der Betrieb ist nun folgender: Zunächst wird das Hilfsreservoir, in dessen Bezirk die Fortschaffung der Fäcalien erfolgen soll, von der Centralstation zu etwa $^2/_3$—$^3/_4$ luftleer gepumpt, alsdann der Abschlusshahn zwischen Bezirksreservoir und Magistralleitung geschlossen und der Verschluss der zu bedienenden Strassenleitung geöffnet. Hierdurch werden die Excremente aus den Hausleitungen durch das Strassenrohr in das Reservoir gesaugt. Ist dasselbe aus den einzelnen Strassenröhren in dieser Weise ausreichend gefüllt, so wird dessen Inhalt auf die gleiche Art entweder unmittelbar oder unter Vermittelung anderer Hilfsreservoire nach dem Centralbehälter verbracht. Da das Absaugen der an eine Strassenleitung angeschlossenen Hausleitungen gleichzeitig geschieht und mit demselben aufgehört werden muss, kurz bevor irgend ein Hausrohr vollkommen leer gezogen

wurde, so findet eine vollständige Entleerung der Haus- und Strassenleitungen nie statt, sondern es wird stets der bei der letzten Reinigung verbliebene Rest erst zu Beginn der nächsten Entleerung abgesaugt.

Die Bedienung der Hähne an den Reservoiren wird von Hand besorgt. Indess hat Liernur auch automatisch wirkende Constructionen für das Oeffnen und Schliessen der Hähne in Vorschlag gebracht.

Die auf der Centralstation angelangten Fäcalien sollten nach Liernurs Angabe poudrettiert werden, wobei selbstredend andere Poudrettierungsverfahren nicht ausgeschlossen wären. Die aus den Rohrleitungen gepumpte Luft sollte hierbei über die Kesselfeuerungen geführt und dadurch geruchlos gemacht werden.

Anordnung von Trocken- oder Spülaborten.

Bei dem Liernur'schen System können sowohl gewöhnliche Trockenabtritte als auch Spülaborte Verwendung finden. Bei den Trockenaborten ergeben sich nach holländischen Erfahrungen auf den Kopf 2—3 l, während man bei Waterclosets bis zu 10 l würde annehmen müssen. Die holländische Erfahrungszahl von 2—3 l ist aber für deutsche Verhältnisse jedenfalls zu hoch und wohl darin begründet, dass die holländischen Entwässerungsverhältnisse noch sehr mangelhaft sind und die Hauseinwohner aus Bequemlichkeit noch einen Theil der Abwässer den Aborten zuweisen. Der Anschluss von Waterclosetanlagen an das Liernur'sche Röhrensystem hat den Vortheil, dass der Fäcalienabzug in den Röhren leichter und rascher vor sich geht, dass ferner wegen der mit den Closets verbundenen Einzelsyphons, welche alle gröberen Gegenstände zurückhalten, nicht so leicht Verstopfungen in den Rohrleitungen eintreten können und endlich die Abtrittsanlagen sich der mit Spülclosets verbundenen Reinlichkeit und nahezu völligen Geruchlosigkeit erfreuen. Er ist aber mit dem gewichtigen Nachtheil verbunden, dass nicht nur die Poudrettierung noch unrentabler wird, als sie ohnehin schon ist und desshalb nicht angewendet werden kann, sondern auch die einfache landwirthschaftliche Verwerthung der Excremente sehr erschwert wird.

Hygienische Vorzüge des Liernursystems.

In hygienischer Hinsicht weist das Liernursystem manche Vorzüge vor anderen Systemen auf. Bodenverunreinigungen sind vollständig ausgeschlossen und das Entleeren der Gruben kommt ganz in Fortfall.

Erfolge des Systems.

Trotzdem hat das System keinen durchschlagenden Erfolg aufzuweisen. Es ist hauptsächlich in einigen Stadtgebieten Amsterdams und in anderen holländischen Städten eingeführt. Indes ist es doch in keiner Stadt ausschliesslich verwendet worden. Auch über die Betriebsresultate in grossem Umfange liegen keine ausreichenden Erfahrungen vor. —

Es sind besonders zwei Uebelstände, welche gegen die Anwendung

Vereinfachtes pneumatisches System. des Liernursystems sprechen: Erstens die nicht genügend einfachen Einrichtungen des Systems und zweitens die mit denselben bislang verbunden gewesene Poudrettefabrikation. Hierdurch wurde die Bedienung der Anlage erschwert und vertheuert. Bei einfacherer Ausführung des pneumatischen Systems unter Vermeidung aller technischen Künsteleien würden sich nach Ueberzeugung des Verfassers sicher hygienisch und finanziell befriedigende Resultate im Vergleich zu den Abfuhreinrichtungen erzielen lassen.

Einrichtung desselben. Ein solches System würde etwa in der Weise einzurichten sein, dass an Stelle der Syphons am Ende der Fallröhren Eisentonnen mit Wasserstandsglas und Absperrschieber gegen die Strassenleitungen treten, welche mittelst Aufziehen des Schiebers durch einen Mann leicht vollständig entleert werden könnten. Durch die Magistralröhren würden die Fäcalien wie beim ursprünglichen Liernursystem dem Centralreservoir zugeführt werden; auf Poudrettierung würde aber Verzicht zu leisten sein. Einestheils hätte hierbei das Centralreservoir als Sammel- und Verkaufsstelle für die Fäcalien zu dienen, andererseits würden von diesem aus die Excremente nach anderen vortheilhaft gelegenen Sammelbehältern mittelst Druckpumpen oder komprimierter Luft weiter zu befördern, sowie auch von demselben bei Einführung des Eisenbahntransports die Eisenbahnverladestellen zu speisen sein. Unter Umständen wäre es sogar möglich, die Eisenbahnwagen unmittelbar aus der Druckleitung unter Vermittelung eines Standrohres mit den Fäcalien zu beladen.

Wenn die bei dem Liernursystem nothwendige Lage der Centralstation auf einem von der Stadt abwärts gelegenen Terrain für die Verwerthung und den Weitertransport der Fäcalien sich als ungünstig herausstellt, wenn es ferner erwünscht ist, etwa bei coupiertem Terrain, die Fäcalien durch die Magistralröhren nach höher gelegenen Punkten fortzuschaffen, so empfiehlt es sich zum Weitertransport der Fäcalien von den Bezirksbehältern aus Druckluft anzuwenden. Es ist dann nur ausser den Magistralröhren, welche in diesem Falle unter Umgehung der Centralstation nach anderwärts gelegenen Excrementesammelgruben geführt sein können, je eine besondere Luftpumpleitung zwischen Bezirksreservoir und der Centralmaschinenstelle anzuordnen. Die Luftleitung dient als Saugleitung beim Füllen des Bezirksreservoirs (also beim Entleeren der Abtrittsbehälter) und wird als Druckluftleitung für den Wegtransport der Fäcalien aus dem Bezirksbehälter benützt. —

Nach überschläglichen Berechnungen dürfte es in düngerbedürftigen Gegenden gelingen, ein derartiges pneumatisches Abfuhr-

system mit einem Betriebs-, Amortisations- und Zinsenaufwand von 50 Pf. auf den Kopf der Bevölkerung dauernd zu betreiben. Bei ungünstigeren Verhältnissen können diese Ausgaben bis 1,75 M. steigen. Als Mittelpreis wird bei diesem Abfuhrsystem ein Aufwand von 1 M. auf den Kopf und das Jahr anzunehmen sein.

Kosten des vereinfachten pneumatischen Systems.

Das Berliersystem.

Dasselbe unterscheidet sich von Liernursystem dadurch, dass die Säcke (Syphons) in den Hausleitungen in Wegfall kommen und statt derselben unterhalb der Fallrohre in den Keller ein Aufnahme- und ein Entleerungsgefäss, eventuell zu einem Apparat verschmolzen, angeordnet ist. Das Aufnahmegefäss ist mit einem Drahtkorbe versehen oder mit einem festen Siebe, durch welche Vorrichtungen feste Gegenstände zurückgehalten werden. Der Entleerer besitzt am Boden eine Auslauföffnung nach dem pneumatischen Rohr, welche durch ein mit Schwimmer versehenes Kugelventil verschlossen ist. Wenn die Flüssigkeit im Entleerer einen bestimmten Stand erreicht, so wird das Kugelventil durch den Schwimmer in die Höhe gezogen und dadurch die in ihm befindliche Flüssigkeit durch die frei gewordene Oeffnung nach der Rohrleitung abgesaugt, worauf sich mit dem sinkenden Schwimmer das Kugelventil wieder schliesst.

Beschreibung desselben.

Das System Berlier gestattet somit einen automatischen Betrieb und vermeidet fast ganz die Abhängigkeit, in welcher beim Liernursystem die Häuser zu einander stehen, sofern nicht jede Hausleitung einen besonderen Abschlusshahn erhält. Indess ist das System für die Anwendung im Grossen nicht anzurathen, da es zu viele bewegliche Einzeltheile hat und mit grosser Sorgfalt unterhalten und gereinigt werden muss. Ausserdem ist die Reinigung des Aufnehmers von den in ihm zurückgehaltenen festen Stoffen, da dieselbe im Hause erfolgt, mit lästigem Geruch verbunden. Das System ist bis jetzt auch nur in einer Pariser Kaserne ausgeführt und wurde hier angeführt, weil es gegenüber den Liernur'schen gekrümmten Hausleitungen einige Fortschritte aufweist. —

Anwendbarkeit.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass es sowohl bei dem Liernursystem als dem vereinfachten pneumatischen Rohrbetrieb nicht selten vortheilhaft ist, wenn an Stelle einer Centralpumpstation mehrere auf das Stadtgebiet (besonders auf die äusseren Bezirke) vertheilte Einzelstationen eingerichtet werden. Hierdurch kann eine Anzahl Bezirksbehälter in Wegfall kommen und wo die Absatzverhältnisse für die Fäcalien sehr günstige sind, diese von den genannten Stationen unmittelbar in Abfuhrtonnen gepumpt und auf diese Weise Rohr-

Anordnung von Einzelstationen.

und Achsentransport für manche Stadttheile oder Strassen combiniert werden. —

Andere Systeme.

Von anderen Systemen seien das Breyer'sche Gashochdrucksystem und das von Nadein'sche System noch der Vollständigkeit halber hier genannt. Dieselben eignen sich ebensowenig zur praktischen Anwendung als alle jene Methoden, welche eine Trennung des Urins von den festen Koththeilen herbeiführen wollen.

ε) Vergleichende Kostenzusammenstellung der verschiedenen Abfuhrsysteme. — Anwendbarkeit und hygienischer Werth der Systeme. —

Wie sich die einzelnen Abfuhrsysteme in ihrem finanziellen Werthe zu einander verhalten, ergiebt sich am Besten aus dem Vergleich der Kostenaufwendungen, welche nach Abzug der Einnahmen aus dem Düngerverkauf jährlich auf den Kopf der Bevölkerung oder auf das cbm Excremente, für die Beseitigung derselben sich ergeben. Diese Kosten stellen gleichzeitig die von den Grundbesitzern zu erhebende Entleerungsgebühr dar, insofern nicht ausnahmsweise Seitens der Gemeinden ein besonderer Zuschuss zu den Abfuhrkosten aus allgemeinen Mitteln gewährt wird. Durch nachfolgende Tabelle sind die früheren Kostenangaben zusammengefasst und ergänzt. Die hierdurch erhaltene Uebersicht der durch die einzelnen Systeme bedingten Kostenaufwendungen soll nur eine allgemein informatorische sein, wie dies bei der grossen Verschiedenheit der auf die Kosten einwirkenden örtlichen Verhältnisse nicht anders sein kann.

Kosten der verschiedenen Abfuhrsysteme.

(Ohne Berücksichtigung der Anlagekosten in den Privatgrundstücken.)

Lfd. Nr.	System	auf den Kopf und das Jahr M.		auf das cbm M.	
		von	bis	von	bis
1.	Grubensystem, Abfuhrwagen mit pneumatischem Betrieb	0.80	1.70	1.60	3.50
2.	Grubensystem in Verbindung mit Torfstreuclosets	1.70	2.75	3.30	5.50
3.	Tonnensystem	1.30	2.20	2.60	4.40
4.	Tonnensystem in Verbindung mit Torfstreuclosets	1.70	2.60	3 40	5.20
5.	Liernursystem	1.50	3.00	3.00	6.00
6.	Pneumatischer Rohrbetrieb unter Anordnung von Fäcalsammelbehältern in den Häusern	0.75	1.75	1.50	3.50

Anmerkungen: a) Den Preisen liegt bei pos. 1, 3, 5 und 6 ein durchschnittlicher Verkaufspreis von 1 M. für das cbm Dünger, bei pos. 2 und 4 von 1.50 M. zu Grunde.

b) Bei den Systemen 2, 3 und 4 sind Waterclosets ausgeschlossen, bei 1, 5 und 6 nur bedingungsweise zulässig.

c) Bei allen Anlagen ist ein einheitlch durchgeführter und wohlorganisierter Betrieb vorausgesetzt.

d) Ist man mangelnder Absatzgebiete halber gezwungen zu poudretieren, so sind unter sehr günstigen Umständen hiermit keine Mehrkosten verbunden. Meist wird aber zu obigen Preisen ein jährlicher Zuschlag von mindestens 0.25 M. für den Kopf oder 0.50 M. für das cbm erforderlich werden.

Die Tabelle zeigt, dass unter geeigneten Verhältnissen jedes der dargestellten Systeme in finanzieller Hinsicht die anderen aus dem Felde schlagen kann, da keiner der berechneten Endpreise geringer ist, als die angegebenen Niedrigpreise der Systeme.

Vergleich der Abfuhrsysteme bezüglich ihrer Kosten

Ein Vergleich der gesammten Einzelpreise ergiebt aber, dass das Grubensystem mit pneumatisch bedienten Abfuhrwagen (pos. 1) und der vereinfachte pneumatische Rohrbetrieb im Allgemeinen die billigsten Systeme der Fäcalienbeseitigung sind. Dem hierauf folgenden Tonnensystem kann kein anderes mit annähernd gleichen Kosten entgegengestellt werden. Dagegen halten sich die Abfuhrkosten für Torfstreufäcalien bei Anwendung von Gruben wie Tonnen ungefähr die Waagschale. Das Liernursystem weist den höchsten Durchschnittspreis auf. Es ist überdies grossen Preiserhöhungen dann ausgesetzt, wenn durch theilweise Waterclosetеinführung oder durch Einschütten von Abwasser in die Aborte die zu bewältigende Flüssigkeitsmenge über das bei der obigen Tabelle vorausgesetzte jährliche Maass von 500 l auf den Kopf wesentlich hinausgeht. Wohl liegt ja auch bei dem einfachen pneumatischen Rohrbetrieb die Möglichkeit der Zuweisung grösserer Flüssigkeitsmengen in die Rohrleitungen, besonders in mangelhaft oder nur theilweise canalisierten Städten vor. Allein da bei dem letzteren System die Excremente aus den jeweiligen Haussammlern für sich abgelassen werden, so ist eine Ueberwachung und die Einführung eines nach der Transportmenge zu bemessenden Tarifes möglich, wodurch erfahrungsgemäss am Besten missbräuchlichen Benutzungen der Aborte vorgebeugt werden kann. Beim Liernursystem ist die Aufstellung eines derartigen Tarifs nicht möglich. —

Berücksichtigung des hygienischen Werthes der Abfuhrsysteme.

Vergleicht man diese finanziellen Ergebnisse unter Berücksichtigung des hygienischen Werthes der einzelnen Systeme mit einander, so gelangt man dazu, das Grubensystem in Verbindung mit Streuclosets in Städten unbedingt fallen zu lassen, weil die primitive Entleerungsart der Gruben in Vergleich zu der Beseitigung der Torfmullfäcalien in geschlossenen Tonnen bei gleichen Kosten hygienisch bedeutend minderwerthig ist. Auch das Liernursystem wird dem

beschriebenen vereinfachten pneumatischen Rohrbetrieb wohl weichen müssen, wenn es sich auch wegen der gesundheitlich besseren Beseitigungsweise der Fäcalien aus den Städten und der geringeren Belästigung der Stadtbewohner durch Wegfall des Achsentransports den eigentlichen Abfuhrsystemen gegenüber, trotz seines höheren Preises, zu behaupten vermag.

Desungeachtet können das Liernursystem, gleichwie der vorgeschlagene pneumatische Rohrbetrieb den Städten nicht als wohlerprobte Systeme zur sofortigen allgemeinen, sondern nur zur schrittweisen Einführung vorgeschlagen werden, da für beide Systeme sichere Kostenermittelungen mangels ausgedehnter Erfahrungen nicht aufgestellt werden können. Dazu treten noch, wie schon erwähnt, bei der Liernurmethode Bedenken wegen der complicierten Betriebsweise. Andererseits unterliegt es aber bei dem einfachen pneumatischen Rohrbetrieb nicht dem geringsten Zweifel, dass er technisch durchführbar und ohne Mehraufwand eine durchgreifende Verbesserung der Fäcalbeseitigung an Stelle der Abfuhr mit sich bringt. Dessen Einführung wäre sicher mit grossen Vortheilen in Bezug auf öffentliche Gesundheit und Annehmlichkeit verbunden und dürfte in hygienischer Beziehung als die beste Entfernungsmethode für die Fäcalien an sich zu bezeichnen sein. —

Alles erwogen kommt gegenwärtig für Abfuhrstädte in erster Linie das Grubensystem mit pneumatisch betriebenen Abfuhrwagen in Betracht.

Vorausgesetzt, dass das Grubensystem in seinen Einrichtungen und seiner Betriebsweise so in einer Stadt eingeführt wird, wie es im Vorhergehenden gefordert wurde, hat es in grösseren Städten gegen das Tonnensystem zwei sehr gewichtige Vortheile aufzuweisen. Es werden bei ihm immer grössere Fäcalmengen auf einmal von den Häusern abgefahren. Infolge dessen ist erstens gegenüber der in so kurzen Zwischenräumen erfolgenden Tonnenabfuhr ein einfacherer, weniger in die Augen fallender Fuhrbetrieb ermöglicht und zweitens das lästige Eindringen fremder Leute in die Haus- und Hofräume auf das Mindestmaass beschränkt. Da ausserdem der Ferntransport der Fäcalien bei den grossen Abfuhrbehältern des Grubensystems sich wesentlich billiger gestaltet (geringere todte Last, einfacheres Füllen der Bahntransportgefässe), so muss das Tonnensystem für Grossstädte als unrationell bezeichnet werden.

In weniger grossen Städten wird bei der Frage, ob Tonnenabfuhr oder Abfuhr aus Gruben vorzuziehen ist, bei voraussichtlich nicht zu weit auseinandergehenden Kostenaufwendungen der mit dem

Tonnensystem verbundene hygienische Vorzug der weniger langen Aufbewahrung der Excremente in den Häusern zu Gunsten des letzteren die Entscheidung geben können. Auch mögen manchmal besondere lokale Umstände für das Tonnensystem sprechen, beispielsweise die Erwägung, dass eine durchgreifende Beseitigung aller mangelhaften Gruben einer Stadt nicht selten mehr Schwierigkeiten begegnet, als die völlig neue Beschaffung von Tonnen und der zugehörigen Räume, indem die Gefahr vorliegt, dass an die Stelle einheitlich gebauter Gruben nur zu leicht ein minderwerthiges Flicksystem tritt.

Das Tonnensystem mit Torfstreuclosets, welches vor der Grubeneinrichtung und der Anordnung gewöhnlicher mit den Tonnen verbundener Aborte den Vortheil der grösseren, bei guter Ventilation fast vollständigen Geruchlosigkeit besitzt und daher in rein hygienischer Hinsicht über den beiden Systemen steht, wird abgesehen von der Einführung in kleineren Städten und Ortschaften, bei welchen die landwirthschaftliche Verwerthung sehr günstig erfolgen kann, in den meisten Fällen an den mit ihm verbundenen vermehrten Kosten scheitern, obwohl dessen Einführung vom Hygieniker befürwortet werden muss. Freilich ist bei ihm der Transportaufwand wegen des Streumaterials ein noch grösserer als beim gewöhnlichen Tonnensystem und desshalb in grösseren Städten an die Einführung der Streuclosettonnen kaum ernstlich zu denken. —

Wir sehen hieraus, dass für die Beurtheilung der Zweckmässigkeit der Abort- bezw. Abfuhrsysteme in Städten ausser der Frage der hygienisch besten Art der Einrichtung im Hause die mehr oder weniger rationelle Methode der Fäcalentfernung, insbesonders die Unauffälligkeit, Schnelligkeit und Reinlichkeit des Betriebes eine wesentliche Rolle spielen. Im Gegensatz hierzu sind die letztgenannten Punkte bei Einzelanwesen nur in besonderen Fällen ausschlaggebend, wesshalb man bei Beurtheilung der Fäcalienbehandlung in einzelnen Grundstücken oder Gütercomplexen gegenüber den Städten zu anderen Ergebnissen gelangt. Für Erstere verdient das Torfstreucloset mit Tonnen- allenfalls auch mit Grubenbehälter den Vorzug vor dem gewöhnlichen Tonnen- oder Grubensystem. Letzteres ist, sofern keine Gelegenheit zu pneumatischer Entleerung vorhanden ist, für Einzelgrundstücke erst in letzter Linie zu wählen. —

Allgemeine Mängel der Fäcalabfuhrsysteme.

Sämmtliche für einheitliche Durchführung der Abfuhr in Betracht kommende Entfernungsmethoden der Excremente aus den Ortschaften und Städten kranken an dem Missstande, dass selbst bei den vorzüglichsten Einrichtungen die Closettrichter schwierig rein zu halten und die Fallröhren der Beschmutzung ganz besonders ausgesetzt und kaum zu

reinigen sind. Der Austritt übelriechender Gase aus Fallrohr und Trichter ist fast unvermeidlich. Pathogene Keime können an den Wänden der Fallröhre jahrelang vollständige Brutstätten finden, durch irgend einen Zufall in den Bereich des Menschen gelangen und Infectionskrankheiten verursachen. Wohl wird bei den Torfstreuclosets, welche auch nahezu geruchlos sind, diese Gefahr in etwas gemindert, allein der Fall der nicht ausreichenden Umhüllung der Fäcalstoffe, wenn dieselben durch Trichter- und Fallrohr gehen, ist nicht ausgeschlossen. Das hygienisch unbedingt beste und reinlichste Closet, das Watercloset, welches gestattet nach jeder Benutzung Trichter und Fallrohr mit Wasser abzuspülen, kann in der Regel bei den genannten Systemen nicht oder doch nur bei unverhältnissmässig hohem Kostenaufwand eingeführt werden, weil die landwirthschaftliche Verwerthung der Fäcalien wegen der durch das Spülwasser bewirkten Verdünnung mit grösseren Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Alle genannten Systeme leiden weiter durch den Umstand, dass sie sämmtlich auf den Verkauf der Fäcalien an den Landwirth zu einem dem wirklichen Dungwerth möglichst nahekommenden Preise angewiesen sind, der Landwirth hierbei aber es vermeiden muss, mehr Fäcalien zu übernehmen, als sich für ihn angesichts des Kunstdüngerpreises bezahlt machen. Hierbei kann er aber schwerlich mehr als 50 kg Fäcalstickstoff auf das ha gebrauchen. Für je 25 Köpfe eines Ortes ist hiernach ein Fäcalabsatzgebiet von 1 ha und bei einer mittleren Bevölkerungsdichtigkeit von 250 Seelen auf das ha des bebauten Stadtgebietes ein Dunggebiet erforderlich, welches die zehnfache Stadtgrösse besitzt. Die Transportkosten werden dadurch so hoch, dass thatsächlich von den Gemeinden bezw. von den Hauseigenthümern gewöhnlich weit mehr für die Entfernung der Fäcalien verausgabt werden muss, als für dieselben an Dungwerth eingeht.

Die auf die Erhaltung der Fäcalien als Dünger verwendete Arbeit muss desshalb im Allgemeinen thatsächlich als eine mit Geldverlust verknüpfte und desshalb unwirthschaftliche Thätigkeit bezeichnet werden. solange nicht der Marktpreis für die Pflanzennährstoffe ein höherer wird, oder es gelingt, aus den Fäcalien mit so geringen Kosten einen hochwerthigen Dünger fabrikmässig zu erzeugen, dass die im ursprünglichen Liernursystem vorgesehene Poudrettierung der gesammten Fäcalstoffe gewinnbringend würde. Solange aber mit derartigen Zuständen nicht gerechnet werden kann (und sie werden wohl nie eintreten), ist es nicht gerechtfertigt die mit den Abfuhrsystemen verbundenen, oben geschilderten allgemeinen Missstände ohne Weiteres hinzunehmen und dem Landwirth die Fäcalien als Dünger zu übergeben, für

dessen Kosten er sich, falls er ihn nach seinem wirklichen Gehalt bezahlt, ebensowohl Kunstdünger von mindestens gleicher Wirkung kaufen könnte. Es ist dies um so weniger begründet, als selbst bei einer solchen Bezahlung für die Fäcaldünger Seitens des Landwirths die Einnahmen in der Regel immer noch weit hinter den Ausgaben für den Ausfuhrbetrieb zurückstehen und die Differenz vom Städter durch Leistung der Entleerungsgebühren gedeckt werden muss.

Unter diesen Umständen ist man daher wohl berechtigt zu fragen: Giebt es nicht ein billigeres System für die Beseitigung und Unschädlichmachung der menschlichen Excremente aus Ortschaften und Städten als deren Abfuhr und vollständige landwirthschaftliche Verwerthung? Diese Frage muss aber entschieden bejaht und weiter hinzugefügt werden, dass dieses billigere System der Fäcalienbeseitigung nicht allein die Anwendung der hygienisch besten Abortanlagen, sondern auch die Beseitigung der Fäcalansammlungen im Hause und einen rationellen, unterirdischen, einfachen und selbstthätigen Transport im Gefolge hat. Wir meinen das System der Waterclosets mit Uebergabe der Excremente an die dem Abfluss der städtischen Abwässer dienenden Canäle und unschädliche Beseitigung derselben in Gemeinschaft mit den Abwässern. (Abschwemmen der Fäcalien durch eine einheitliche Canalisation — Schwemmsystem —, oder durch die für das Brauchwasser allein bestimmten Canäle — Trennungssystem. —)

Vorzüge des Systems der Fäcalienbeseitigung durch Einführung der Wasserclosets und Uebergabe der Excremente an die Canäle.

d. Beseitigung der Abfallstoffe durch Abfluss. — Canalisation. —

Die Beseitigung der für den Abfluss geeigneten städtischen Abfälle erfolgt in umfassendster, einheitlicher Weise durch die Schwemmcanalisation. Mit Rücksicht hierauf gelangt in Folgendem das Schwemmcanalisationssystem zuerst zur Darstellung. Die sich hieran anschliessende Erläuterung sonstiger, dem Abflusse dienender Systeme ist alsdann in kürzester Weise möglich und in ihren Hauptgrundzügen ohne Weiteres verständlich.

I. Die Schwemmcanalisation.

α) Der Schwemmcanalisation zu überweisende Abfallstoffe.

Den Schwemmcanälen werden zum Abflusse zugewiesen:

Die zum Abfluss geeigten Abfallstoffe.

1) Atmosphärische Niederschläge (Regen-, Schnee- und Eiswasser).
2) Haus- und Gewerbewasser (Wasch-, Spül-, Bade- und gewerblich gebrauchtes Wasser).

3) Die menschlichen und theilweise thierischen Excremente. (Letztere begreifen nur das Abwasser aus Ställen in sich, da der Thierdünger im Uebrigen nach Düngergruben zu verbringen ist).

4) Wasser besonderer Herkunft, wie Grundwasser, Wasser von Mineralquellen, artesischen Brunnen und dergleichen.

Von der Beseitigung durch die Canäle (auch Siele, Schleusen und Dohlen genannt) sind auszuschliessen und der Abfuhr vorzubehalten:

Von den Canälen fern zu haltende Stoffe.

Der Strassenkehricht einschliesslich Strassenschlamm. In der Regel auch Schnee und Eis in festem Zustand. Ausserdem der Hauskehricht, sowie alle schweren und zur Abschwemmung nicht geeigneten, in den oben genannten Abwässern enthaltenen Körper, hauptsächlich Sand und Fett.

β) Menge der durch Abfluss zu entfernenden Abfallstoffe.

Atmosphärische Niederschläge.

Von den atmosphärischen Niederschlägen kommt hauptsächlich das den Canälen zuzuleitende und von denselben zu bewältigende

Regenwasser.

Regenwasser in Betracht. Schmelzwasser von Eis ist von städtischen Canälen nur in geringer Menge aufzunehmen. Auch das durch Thauwetter entstehende Schneewasser erreicht bei den für städtische Entwässerungen in der Regel zu berücksichtigenden Entwässerungsgebieten nicht die zum Abfluss kommende Regenwassermenge. —

Das Regenwasser fliesst den Canälen, den jeweiligen Regenverhältnissen entsprechend, in ausserordentlich wechselnden Mengen zu, welche die sämmtlichen anderen Zuflussmengen bedeutend übertreffen und desshalb für die Bestimmung der Profilgrösse fast allein entscheidend sind.

Wichtigkeit der richtigen Bestimmung der durch die Canäle abzuführenden Regenmengen.

Es ist für die Zweckmässigkeit und die Kosten einer Canalisation von grösster Wichtigkeit, dass die zu bewältigende Regenwassermenge richtig bestimmt werde. Bei zu klein ausgeführten Profilen sind bei grösseren Regenfällen Keller- und Strassenüberschwemmungen, wie auch gelegentliche Canalbeschädigungen und bei zu grossen Profilen Ablagerungen in den Canälen, grössere Bau- und Betriebskosten die aus unrichtigen Annahmen sich ergebenden Missstände.

Maximalregenhöhe.

Für die von den Canälen abzuführende Maximalregenmenge ist für den jeweiligen Entwässerungsbezirk die Jahresregenhöhe nicht maassgebend. Man hat vielmehr die stärksten in ganz kurzer Zeit fallenden Regenmengen für die Dimensionierung der Canäle zu be-

rücksichtigen. Hierbei sind erfahrungsmässig Sturzregen unter eine Stunde Dauer und ganz besonders die zwischen etwa 5—10 Minuten währenden Regenfälle grösster Intensität in Betracht zu ziehen. Leider fehlt es noch an eingehenden, über viele Orte Deutschlands ausgedehnten Beobachtungen dieser Regenhöhen, da dieselben nur vermittelst selbstregistrierender Regenmesser, welche noch nicht sehr verbreitet sind, ausgeführt werden können. Indes geht aus den bislang gemachten Beobachtungen, einschl. derjenigen des Verfassers an dem durch ihn im Jahre 1885 in Wiesbaden aufgestellten selbstregistrierenden Regenmesser, hervor, dass die Intensitäten der kurz andauernden Regenfälle weit über das auf den Stundendurchschnitt entfallende Maass hinausgehen und dass daher die in vielen bisher canalisierten Städten angenommenen Regenmengen für die Profilbemessung der Canäle zu niedrig sind. Regenmesser.

Kurz andauernde Regenfälle, welche 30 bis 40 mm Stundenhöhe ergeben würden, sind keine Seltenheit und treten in deutschen Städten jährlich wohl ein- bis zweimal ein, ja selbst Regenhöhen von 80 bis 120 mm Stundenintensität sind schon beobachtet worden.

Es ist selbstredend, dass man eine Canalisation zur Abführung von Regenmengen wie die letztgenannten nicht einrichten wird, sondern lieber kurz andauernde Ueberdrücke und Stauungen in den Canälen zulässt, weil nicht allein die Kosten unverhältnissmässig hoch werden würden, sondern auch die sich ergebenden grossen Canalprofile für die gewöhnlich vorhandenen Abflussverhältnisse weniger zweckentsprechend wären.

Regenwasserenge. Es empfiehlt sich für Deutschland, je nach der Wetterlage eines Ortes, die Annahme zu machen, dass die aus Regenfällen mit einer stündlichen Intensität von 35—55 oder durchschnittlich 45 mm Höhe herrührende Wassermenge von den Canälen ohne Ueberdruck bewältigt werden soll. Der Höhe von 45 mm in der Stunde entspricht eine auf das ha fallende Wassermenge von 125 l in der Sekunde. Diese Regenhöhe dürfte nur für höher gelegene und gebirgige Orte zu überschreiten sein, während unter 35 mm nur bei solchen Orten heruntergegangen werden kann, für welche durch jahrelange Beobachtungen der Beweis geliefert ist, dass die grössten Tagesregenhöhen, welche etwa dem in Betracht zu ziehenden Stundenmaximum entsprechen, die Gesammthöhe von 35 mm nicht erreichen oder doch nur äusserst selten überschreiten.

Abflussmenge. Für die Bemessung der Canalprofile ist nun nicht die Menge des gefallenen Regens, sondern die wirklich zum Abfluss gelangende Wassermenge massgebend.

Die Abflussmenge ist stets geringer als die Regenmenge.

Die durchschnittlich von einem ha an einer bestimmten Stelle eines Canales zum Abfluss kommende Wassermenge nimmt ab mit der Grösse des zugehörigen Niederschlags-(Entwässerungs-) Gebietes. Diese Abnahme entsteht durch den verzögernden Einfluss der gegenüber der Regenzeit grösseren Abflussdauer, sowie durch die mit der Fallgebietsgrösse wachsenden ungleichen Intensitäten, mit welcher der Regen innerhalb eines Niederschlagsgebietes gleichzeitig niederfällt.

Die Abflusszeit und damit der Verzögerungsgrad ist im Verhältniss zur Regenzeit um so grösser, je kürzer die letztere ist, je grösser die zu durchlaufenden Canallängen sind (Einfluss der Flächengestaltung des Entwässerungsgebietes), je geringer die Gefälle sind, je grösser der Füllinhalt der Canäle ist und endlich je längere oberirdische Wege das abfliessende Regenwasser zurückzulegen hat, ehe es in die Canalleitung gelangt.

Verminderte Abflussmenge infolge der gegenüber der Regendauer längeren Abflusszeit und der ungleichen Regendichtigkeiten.

Die Unterschiede in den Regenintensitäten eines Niederschlagsgebietes sind um so bedeutender, je höher die für die Einzelstelle beobachtete Regenintensität, je grösser das Entwässerungsgebiet und je kürzer in manchen Fällen die Regendauer ist. Während beispielsweise einzelne Grundstücke oder Dachflächen Regenschauer auszuhalten haben, welche auf das ha berechnet nicht allzu selten 200 l Wasser in der Sekunde zuführen, fällt in gleicher Zeit auf andere Flächen des Entwässerungsgebietes bedeutend weniger Regen, ja es kommt vor. dass überhaupt nur einzelne Gebietstheile vom Regen getroffen werden. Strichweise Regenfälle, Vorbeiziehen der Regen gebenden Gewitterwolken, verschiedene Wasserergiebigkeit der Regenwolken, Einfluss des Windes auf die Gleichmässigkeit des Regenfalles u. a.) Bei grösserer mehrstündiger Regendauer tritt der die Abflussmenge verringernde Einfluss der Verzögerung fast ganz zurück, indem ein Beharrungszustand in dem Abflusse an einer bestimmten Stelle des Canales unter der Voraussetzung gleichmässigen Regenfalles dann eintritt, wenn bei fortdauerndem Regen das Wasser von der entferntest liegenden Einlaufstelle des Canalnetzes die in Betracht kommende Canalstelle erreicht.

Die Entscheidung der Frage, um wieviel die Abflussmenge geringer anzunehmen ist als die Regenmenge, also mit welchem Coefficienten die maassgebenden Regenmengen zu multiplicieren sind, um auf die durch die Verzögerung und die anderen bisher genannten Umstände reducierten Abflussmengen zu kommen, ist keine leichte. Bei der grossen Mannigfaltigkeit sowie dem verschiedenen und wechselnden Einflussgrad der in Betracht kommenden Verhältnisse kann es, obwohl

vielfach versucht, kaum gelingen, eine brauchbare aus rein theoretischen Erwägungen hervorgegangene mathematische Formel zur Bestimmung dieses Coefficienten zu finden. Auch auf empirischem Wege ist bis jetzt eine allgemein anwendbare Berechnungsweise noch nicht gefunden worden. Die praktisch brauchbarsten und sichersten Resultate dürften die auf englischen Erfahrungen beruhende Bürkli'sche Formel und die auf Grund der thatsächlichen Abflussverhältnisse bei der älteren Wiesbadener Canalisation und der bei einem Wolkenbruch in Budapest gemachten Erfahrungen beruhende Formel des Verfassers liefern. Hierbei ist die Bürkli'sche Formel bei flachgelegenen Städten oder Entwässerungsgebieten, wobei die Hauptcanäle Gefälle unter 1:1000 erhalten müssen, anzuwenden, während bei gefällsreicherem Gelände zur grösseren Sicherheit die Brix'sche Formel zu wählen ist. Formeln von Bürkli und Brix.

Nach Bürkli ist der Verzögerungscoefficient (wie er nicht ganz richtig genannt wird, weil ja auch die verschiedene Regendichtigkeit mitspricht) $\varphi = \frac{1}{\sqrt[4]{F}}$ und nach Brix $\varphi = \frac{1}{\sqrt[6]{F}}$ wobei F die Fläche des jeweiligen Niederschlagsgebietes in ha bezeichnet. Beispielsweise ist nach der ersten Formel bei einer Gebietsgrösse von 80 ha der Verzögerungscoefficient 0,33 und nach der zweiten 0,48 d. h. es beträgt nach Bürkli die infolge der Verzögerung etc. verminderte Abflussmenge $\frac{1}{3}$ und nach Brix etwa $\frac{1}{2}$ der gefallenen Regenmenge. —

Die von den Canälen wirklich zu bewältigende Regenmenge verringert sich aber weiterhin dadurch, dass ein gewisser Theil des gefallenen Regenwassers überhaupt nicht zum Abfluss gelangt, weil dasselbe entweder in den Boden versickert oder verdunstet. Durch Verdunstung wird indessen nur sehr wenig Wasser zurückgehalten, weil einerseits die Zeit, innerhalb welcher das Regenwasser zu den Canälen offen fliesst und somit Gelegenheit zur Verdunstung hat, nur eine kurze und andererseits bei den meisten Regenfällen der Feuchtigkeitsgrad der Luft ein sehr hoher, also ein für die Verdunstung wenig günstiger ist. Die Verdunstungsgrösse darf höchstenfalls mit 10 % der Regenmenge in Rechnung gesetzt werden. Mit Rücksicht hierauf ist die von einer vollkommen dichten Fläche, für welche eine Versickerung ja nicht in Betracht kommen kann, abfliessende Wassermenge auf 90 % der gefallenen Regenmenge anzusetzen. Weitere Verminderung der Abflussmenge durch Versickerung und Verdunstung. Grösse der Verdunstung.

Die Versickerung hängt hauptsächlich von der Durchlässigkeit der Oberfläche ab, ausserdem aber von der Beschaffenheit des Bodens, sowie von der Neigung der Oberfläche und von der Intensität und Dauer des Regens. Während man annehmen kann, dass von dichten Oberflächen 90 % der gesammten Regenmengen zum Abfluss gelangen. Versickerungsgrössen bei verschiedenen Böden.

fliesst von Aeckern und Wiesen mit sandigem Untergrunde gewöhnlich gar nichts und bei dichtem, beispielsweise schwerem aber bewachsenen oder geackerten Thonboden, ca. 33 % der anzunehmenden Maximalregenhöhe ab. Bei mittelschwerem lehmigen Boden sind etwa 20 % des Niederschlages als zum Abfluss kommend, zu berechnen. Für Waldflächen wird, da die Baumkronen und der moos- und laubbedeckte Boden unter allen Umständen ziemlich viel Wasser zurückhalten, die Hälfte der von Feldgebieten abfliessenden Wassermengen gerechnet. Aus diesen Angaben kann die jeweilig zum Abfluss kommende Wassermenge von verschieden bebauten Stadtgebieten berechnet werden, sofern man nur das Verhältniss der abgedichteten oder doch als undurchlässig anzunehmenden Flächen zu einander kennt und die für die natürliche, nicht gedichtete Oberfläche in Ansatz zu bringende Abflussmenge unter Berücksichtigung der Bodenbeschaffenheit u. s. w. erwogen und festgestellt hat. Hierbei sind die Strassenflächen von Grossstädten, welche schliesslich alle mit gutem Pflaster versehen werden, gleichwie die Hausdächer und die gepflasterten Hofflächen als undurchlässig anzusehen. Die chaussierten Strassenflächen von Städten, bei welchen eine spätere Pflasterung ausgeschlossen erscheint, lassen etwas Wasser absickern und es kann desshalb ein etwas geringerer Procentsatz für die Abflussmenge gegenüber den dichten Oberflächen angesetzt werden. Im Allgemeinen können für den maassgebenden Regenfall von 45 mm = 125 l für das ha und die Sekunde die nachfolgenden nach den Canälen wirklich abfliessenden Wassermengen von nur einem ha angenommen werden:

Von einem ha abfliessende Wassermengen bei Berücksichtigung der Versickerung und Verdunstung, bei verschiedenartigen Oberflächen.

1) Bei vollständig dichter Bebauung in Grossstädten 0,70—0,90 oder im Mittel 0,80 Theile = 100 l für das ha und die Sekunde.
2) Bei ausgedehnterer Bebauungsweise mit grösseren Höfen und theilweise Vorgärten 0,50—0,70 oder im Mittel 0,60 Theile = 75 l für das ha in der Sekunde.
3) In Stadttheilen, welche als Villenviertel oder doch nur mit freistehenden Einzelhäusern mit grossen Gartenflächen bebaut sind, 0,30 bis 0,50, im Mittel 0,40 Theile = 50 l für das ha, in der Sekunde.
4) Aus Gartenanlagen, freien Wiesenplätzen, sonstigen unbebauten Flächen, sowie von nach der Stadt entwässernden unbewaldeten Aussengebieten 0,10—0,30, durchschnittlich 0,20 Theile = 25 l.
5) Von Parkgebieten, sowie nach der Stadt entwässernden Waldflächen 0,05—0,15 oder im Mittel 0,10 Theile = 12,5 l.

Diese Zahlen werden nun, wie vorhergehend erörtert, noch beeinflusst durch die von Abflussverzögerung und ungleiche Regendichte

verursachten Abflussminderungen, welche mit der Grösse des Abflussgebietes zunehmen.

Hiernach ergiebt sich unter Berücksichtigung der Verzögerung und Versickerung umstehende Tabelle für die durch die Canäle wirklich abzuführenden grössten Regenwassermengen für das ha und die Sekunde, bei verschieden grossen Niederschlagsgebieten.

Vom ha durchschnittlich abfliessende Wassermengen bei verschiedenen Oberflächen unter Berücksichtigung aller die Abflussmenge vermindernden Umstände.

Obgleich bei Benutzung dieser Tabelle in der Praxis wohl durchweg brauchbare Resultate erhalten werden, so ist es doch selbstverständlich, dass der erfahrene Ingenieur nach seiner Kenntniss und Beurtheilung der örtlichen Verhältnisse von der dieser Tabelle zu Grunde liegenden Maximalregenhöhe von 45 mm in der Stunde, sowie betreffs der in Anschlag gebrachten Versickerung innerhalb der vorher angegebenen Grenzen entsprechend wechselnde Grundzahlen annehmen wird. Auch Interpolationen zwischen den jeweiligen Verzögerungscoefficienten sind nach Lage der Verhältnisse gerechtfertigt. Bei den grösseren Niederschlagsgebieten sollte jedoch unter ein gewisses niedrigstes Maass, welches durch die volle Abflussmenge bei lang anhaltendem Landregen und durch die Schneeschmelzen bei noch gefrorenem Boden bedingt wird, und für Stadtgebiete etwa 10—12 l, für grössere Feldflächen 6—7 und bei Waldgebieten 3—4 l für das ha in der Sekunde beträgt, keinesfalls heruntergegangen und sollten demgemäss die diesbezüglichen nach der Bürkli'schen Formel gewonnenen Zahlen ohne Weiteres, als zu niedrig, erhöht werden.

Winke für eine verständige Annahme der Abflussmengen.

Geringste Abflussmengen von grossen Entwässerungsgebieten.

Die Zahlen der Tabelle sind gegenüber vielfachem bisherigen Gebrauche etwas hoch. Allein man kann sich versichert halten, dass bei ihrer Zugrundelegung Canalanlagen erhalten werden, welche wirklich nur bei den selten auftretenden grössten Regenfällen vorübergehend unter aussernormalen Ueberdruck kommen, ohne dass, wie verschiedene vom Verfasser ausgearbeitete städtische Canalprojecte gezeigt haben, misständig grosse Canalprofile sich ergeben, sofern nur das Canalnetz mit möglichster Sorgfalt angeordnet wird. Freilich wird man andererseits in manchen Fällen, wenn z. B. Regenauslässe thunlichst vermieden werden sollen, oder sich für dieselben sehr lange kostspielige Strecken ergeben, oder wenn infolge sehr geringer Gefälle die Profilgrössen zu stark wachsen würden, und endlich wenn an den Baukosten ganz besonders gespart werden muss, nothgedrungen die Canäle für kleinere Regenfälle einrichten. Hierbei wird man aber gewöhnlich alljährlich mindestens einmal Ueberschwemmungsgefahren in den Kauf nehmen müssen.

Umstände, welche Reductionen bei Annahme der Abflussmengen rechtfertigen.

Bei solchen Canalisationen ist die Thatsache zu beachten, dass es unmöglich ist, die unter Trottoirhöhe liegenden Grundstücksräume

Vorsichtsmaassregeln bei niedrig

Durch die Canäle abzuführende grösste Regenwassermengen in l für das ha und die Sekunde bei einer angenommenen grössten Regenintensität von 45 mm in der Stunde.

Grösse des Niederschlags-gebiets F in ha	Verzögerungs-coefficient nach Bürkli für flaches Gelände $\frac{1}{\sqrt[4]{F}}$	Verzögerungs-coefficient nach Brix für coupiertes Gelände $\frac{1}{\sqrt[6]{F}}$	Nähere Bezeichnung der Niederschlagsgebiete: Dichte Bebauung		Geräumige Bebauung		Villen-Bebauung		Flächen ohne Bebauung (Feld, Wiese etc.)		Waldflächen	
			Mittlerer Versickerungscoefficient 0.80		0.60		0.40		0.20		0.10	
			flach	coupiert	flach	coupiert	flach	coupiert	flach	coupiert	flach	coupiert
bis 2	1.00	1.00	100	100	75	75	50	50	25	25	13	13
2— 5	0.73	0.89	73	89	55	67	37	45	18	22	9	11
5— 10	0.61	0.77	61	77	46	56	31	38	15	19	8	9
10— 15	0.53	0.69	53	69	40	52	27	35	13	17	7	9
15— 20	0.49	0.64	49	64	37	48	25	32	12	16	6	8
20— 25	0.46	0.61	46	61	35	46	23	31	12	15	6	8
25— 30	0.44	0.59	44	59	33	44	22	30	11	15	6	7
30— 40	0.41	0.57	41	57	31	43	21	29	10	14	5	7
40— 50	0.39	0.54	39	54	29	41	20	27	10	14	5	7
50— 75	0.36	0.52	36	52	27	39	18	26	9	13	5	7
75— 100	0.33	0.49	33	49	25	37	17	25	8	12	4	6
100— 150	0.30	0.47	30	47	23	35	15	24	8	12	4	6
150— 200	0.28	0.44	28	44	21	33	14	22	7	11	4	6
200— 300	0.25	0.42	25	42	19	31	13	21	6	11	3	5
300 – 400	0.23	0.39	23	39	17	30	12	20	6	10	3	5
400— 500	0.22	0.37	22	37	17	28	11	19	6	9	3	5
500— 700	0.20	0.36	21	36	15	27	10	18	5	9	3	5
700—1000	0.19	0.34	19	34	14	26	9	17	5	9	2	4
1000—2000	0.16	0.32	16	32	12	24	8	16	4	8	2	4
2000—8000	0.12	0.29	12	29	9	22	6	15	3	7	2	4

Bemerkungen: Im Verzögerungscoefficient ist auch der Einfluss der ungleichen Regendichte berücksichtigt. Das Product aus Verzögerungs- und Versickerungscoefficient würde den jeweiligen Abflusscoefficient ergeben, mit welchem die grösste fallende Regenmenge (hier 125 l auf das ha und die Sek.) multipliciert die durchschnittliche sekundliche Abflussmenge für das ha eines bestimmten Niederschlagsgebietes F ergiebt. —

dauernd zu entwässern. Bei allen derartigen überdachten Räumen würde daher die Anbringung von Bodenabläufen nach den Canälen in der Regel zu verbieten sein, während für freie, dem Regen ausgesetzte Flächen die Forderung zu erfüllen sein würde, dass dieselben höher als die Strassenoberfläche liegen, damit im Nothfall auch ein oberirdischer Ablauf stattfinden kann. Werden diese Vorsichtsmaassregeln bei eng bemessenen Canälen nicht beobachtet, so sind Ueberschwemmungen der Höfe und Souterrains jedes Jahr zu gewärtigen. Ueberfluthungen der Letzteren kann durch Anordnung von Rückstauschiebern (Hochwasserverschlüssen) an den nicht wohl zu beseitigenden oder nicht vermeidbaren Abläufen vorgebeugt werden. (Siehe später unter Hauscanalisation.)

bemessenen Abflussmengen.

Die Bestimmung der Abflussmengen unter Berücksichtigung eines mit der zunehmenden Grösse des Entwässerungsgebietes steigenden Verzögerungscoefficienten findet erst in jüngster Zeit bei Städtecanalisationen öftere Anwendung. Indess begnügt man sich, wie in früheren Jahren, so auch heute noch vielfach damit, dass für Nebencanäle grössere Abflussmengen für die Flächeneinheit in Rechnung gezogen werden, als für Sammelcanäle. Rechnet man Canäle von etwa 10—15 ha Entwässerungsgebiet zu den Nebencanälen, und setzt man als durchschnittliches Entwässerungsgebiet der Hauptcanäle 50—75 ha, so ergeben sich folgende Durchschnittsannahmen für die Abflussmengen:

Abgekürzte Tabelle für die in Betracht zu ziehenden Abflussmengen.

Abflussmenge für das ha und die Sekunde in l.

Art der Entwässerungsgebiete und der Canäle	Dichte Bebauung	Geräumige Bebauung	Villen-Bebauung	Flächen ohne Bebauung (Feld, Wiese etc.)	Waldflächen
I. Für flache Entwässerungsgebiete.					
a. Nebencanäle	70 (47)	50 (33)	35 (24)	17 (11)	9 (6)
b. Hauptcanäle	36 (24)	27 (18)	18 (12)	9 (6)	5 (3)
II. Für coupierte Entwässerungsgebiete.					
a. Nebencanäle	84 (56)	62 (42)	42 (28)	21 (14)	10 (7)
b. Hauptcanäle	52 (35)	39 (26)	26 (18)	13 (9)	7 (5)

Die Anwendung der vorstehenden Tabelle ist geeignet für generelle Projectaufstellungen und schliesslich auch für solche Städte, bei welchen nicht so ausreichende örtliche Voruntersuchungen vorliegen, dass eine weitere Gliederung der Abflussmengen zweckmässig erscheint.

Diese auf einer stündlichen Regenhöhe von 45 mm basierenden

Abflussmengen sind entsprechend der nach Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse zu Grunde zu legenden Regenhöhe zu ändern.

Geringste Abflussmengen, welche bei Canalisationen unter günstigen örtlichen Verhältnissen noch gerechtfertigt sind.

Es wird aber an dieser Stelle nochmals gewarnt, hierbei ohne ganz besondere Gründe, unter 30 mm stündlicher Regenhöhe herabzugehen. Bei dieser würden die in obiger Tabelle in Klammern gesetzten Zahlen anzuwenden sein, welche demgemäss als die niedrigsten anzusehen sind, die bei städtischen Canalisationen in Betracht gezogen werden können.

Noch geringere Annahmen würden, sofern es sich nicht um sehr durchlässiges Terrain handelt, unbedingt zu kleine Canalquerschnitte ergeben. —

Vergleichsweise seien die bei den Canalisationen nachfolgender Städte vorgesehenen wirklichen Abflussmengen angegeben.

In verschiedenen Städten bei deren Canalisation angenommene Abflussmengen.

Berlin: 21,2—10,6 l. (Thatsächlich führen die Berliner Canäle, da fast in jeder Strasse zwei Leitungen angeordnet sind, wovon jede der angegebenen Abflussmenge entspricht und ausserdem die zur Querschnittsberechnung der Canäle angewendete Formel etwas zu grosse Querschnitte ergiebt, durchschnittlich die doppelte Wassermenge ab.)

Bingen: 73 l, abnehmend nach der Brix'schen Formel.

Chemnitz: 50—17 l.

Freiburg: 108—25 l.

Kaiserslautern: 110—56 l. Bei den kleineren, weniger dicht bebauten Gebieten 80 % hiervon.

London: 35—23 l.

Mainz: Dichte Bebauung 55 l, weitläufige Bebauung 28 l.

Mannheim: für die innere dicht bebaute Stadt 84 l, Vorstadt mit Gärten 63 l, weiträumige Aussengebiete 42 l; für grössere Gebiete abnehmend nach Bürkli.

Paris: 42 l. nicht abnehmend.

Posen: 50 l, abnehmend nach der Brix'schen Formel.

Stettin: 50 l, abnehmend nach der Brix'schen Formel.

Wien: 27—18,3 l.

Wiesbaden: Dichte Bebauung 73 l, weitläufige Bebauung 54 l. Villenviertel 36 l, abnehmend nach der Brix'schen Formel.

Viele englische Städte: 35 l, nicht abnehmend.

Hauswässer.

In den mit einheitlicher Wasserversorgung versehenen Grossstädten werden (Einführung der Wassermesser vorausgesetzt) zuzüglich des Wasserverbrauchs bei Waterclosets, jedoch ausschliesslich grösseren

Industriebedarfs, in der Regel durchschnittlich 70—80 l Wasser consumiert. Dieser Consum erhöht sich an den heissen Sommertagen gewöhnlich auf 100—120 l. Mittelstädte haben durchschnittlich 25 % mehr Wasserverbrauch, weil sich u. A. die Verbrauchsschwankungen weniger ausgleichen. Es empfiehlt sich hiernach, für die durch die Canalisation in der Regel abzuführenden Hauswässer eine Tagesmenge von 120 l auf den Kopf der Bevölkerung anzunehmen. Abzuführende Tagesmenge.

Nach Beobachtungen in Berlin, Mainz, Cöln, Wiesbaden, Leipzig u. s. w. ist die Hälfte der gesammten Hauswassermenge in neun Tagesstunden durch die Canäle abzuführen. Hierdurch berechnet sich die von den Canälen zu bewältigende grösste Hauswassermenge zu 160 l auf den Kopf und den Tag. Da in dicht bebauten Grossstadtquartieren 600—800 Seelen, in gewöhnlichen Stadtgebieten etwa 400, in ausgedehnter gebauten Quartieren etwa 250 und in Villengebieten gewöhnlich nicht über 100 Seelen auf das ha treffen, so ergeben sich für das ha und die Sekunde die unter den verschiedenen Verhältnissen aus nachfolgender Tabelle ersichtlichen Hauswasserabflussmengen: Grösste in Betracht zu ziehende Hauswassermenge.

Auf je 1 ha in der Sekunde abfliessende Hauswassermenge.

Tabelle der vom ha abfliessenden secundl. Hauswassermengen bei den verschiedenen Bevölkerungsdichtigkeiten.

	Einwohner auf d. ha bebauter Fläche	Maximal-Brauchwassermenge	Durchschnittliche Brauchwassermenge
Dicht bebaute Stadttheile in Grossstädten	800 600	1.50 1.00	1.25 0.75
Innere Stadttheile in Mittelstädten	400	0.75	0.63
Geräumig bebaute Quartiere	250	0.45	0.34
Villenquartiere	100	0.20	0.15

Excremente.

Da die menschlichen Excremente ohne das Closetspülwasser, welches vorhin zum Brauchwasser gerechnet wurde, täglich annähernd 1,3 l betragen, so entfällt auf das ha und die Sekunde ca. 1 % der angegebenen Hauswassermenge. —

Gesammtmenge der durch die Canäle abzuführenden Maximalwassermengen für das ha und die Sekunde.

Streng genommen müsste behufs Bemessung der von den Canälen abzuführenden grössten Wassermengen die rechnerisch auf das ha sich ergebende Menge der Brauchwässer und Excremente zu den grössten Regenabflussmengen noch hinzugezählt werden. Wie ersichtlich, be- Menge.

trägt aber die Menge des Hauswassers und der Excremente zusammen selbst in den dichtbevölkertsten Grossstädten noch nicht 2 l und durchschnittlich kaum 1 l für das ha und die Sekunde, so dass für die Profilbemessung der Canäle die 30–50 mal so grosse Regenabflussmenge allein ausschlaggebend ist. Die für den Regenwasserabfluss angegebene Tabelle ist demnach für die Berechnung der abzuleitenden Canalwassermengen ohne Weiteres zu gebrauchen.

Als grösste Abfluss-menge kann die grösste Regenab-flussmenge angenom-men werden.

Schnee-, Grund- und Quell-Wasser.

Ausser den im Vorigen genannten Abwässern wird die Wassermenge in den Canälen vermehrt durch das Schmelzwasser des durch die Schneeschächte eingeworfenen Schnees, durch eingeleitetes Grundwasser sowie durch das Wasser an besonderen Quellzuflüssen.

Schnee-wasser.

Das durch den eingeworfenen Schnee erzeugte Mehrwasserquantum kann nur eine, gegen die Wirkung der Regenfälle unbedeutende, zeitweise Wasserabflussvermehrung veranlassen und ist daher nicht in Rechnung zu ziehen. — Beim Grundwasser sowohl, als bei den den Canälen zugeleiteten Quell- oder Pumpwassermengen, handelt es sich um eine constante Belastung der Canäle, welcher unter Umständen desshalb besondere Beachtung zugewendet werden muss, weil sich dadurch die spätere Behandlung des Canalwassers (Hochpumpen. Berieseln, Klären) so sehr vertheuern kann, dass auf die anderweitige Ableitung Bedacht genommen werden muss. Ueber die bei Canälen in Betracht zu ziehenden Grund- und Quellwassermengen lassen sich aber allgemeine Angaben nicht machen; die örtlichen Verhältnisse sind hierbei allein massgebend.

Grund-, Quell- und Pump-wasser.

Innerhalb des Entwässerungsbereiches entspringendes Quellwasser beträgt oft in Badestädten einen nicht unwesentlichen Theil des Abwassers. In Wiesbaden liefern beispielsweise die warmen Mineralquellen 15 % der gesammten Canalwassermenge an trockenen Tagen.

Gesammte Trockenwetter-Abflussmenge.

Menge.

Im grossen Durchschnitt muss unter Berücksichtigung aller Trockenwetterzuflüsse angenommen werden, dass durch das Schwemmcanalisationssystem zwischen 100 und 200 l oder im Mittel 150 l für den Kopf und Tag ohne das Regen- bezw. Schneewasser abgeleitet werden muss.

Verhältniss der gesammten Regen-wasser-menge zum Trocken-wetter-Abfluss.

Das Regenwasser kann zwar, wie aus dem Bisherigen hervorgeht, in einzelnen Stunden das 50 ja 100 fache des gewöhnlich abfliessenden Canalwassers betragen, aber auf das ganze Jahr berechnet. beläuft sich die Regenmenge durchschnittlich kaum auf die Hälfte

der Jahresbrauchwassermenge. Beispielsweise beträgt bei einer jährlichen Regenhöhe von 650 mm die Abflussmenge in derselben Zeit für 1 ha 3900 cbm, wenn 0,6 Theile des gefallenen Regens zum Abfluss gelangen, wie dies in nicht allzudicht bebauten Stadttheilen der Fall ist. Die Bevölkerungsdichtigkeit von diesem ha nur zu 250 Einwohner und den gewöhnlichen Canalabfluss bei Trockenwetter zu nur 100 l für den Kopf und Tag angenommen, ergiebt sich für diesen jährlich 365 × 250 × 100 = 9125 cbm. Erst bei einer Bevölkerungsdichtigkeit von etwa 100 Einwohner für das ha würde die durch die Canäle jährlich ablaufende Regenwassermenge der übrigen Canalwassermenge gleich werden.

γ) Allgemeine Anordnung des Canalnetzes.

Bei Projectierung eines Canalnetzes ist in erster Linie nach dem hygienischen Grundsatze zu verfahren, dass die Abwässer so schnell als möglich, also auf dem kürzesten Wege, aus dem Ortsbereich zu bringen seien. Da die oberflächlich ablaufenden Wässer stets die kürzesten Wege einschlagen, welche bei freiem Abfluss möglich sind, so empfiehlt es sich in der Regel die Stadtgebiete zunächst entsprechend ihrer natürlichen Oberflächenbeschaffenheit in die durch die Hauptwasserscheiden begrenzten Hauptentwässerungsgebiete einzutheilen und die die tiefsten Punkte der so erhaltenen Gebiete verbindende Linie — den Thalweg derselben — aufzusuchen. In die dieser Linie nächstliegenden Strassen sind die Sammelcanäle zu projectieren, von welchen aus nach den Wasserscheiden hin die Seitencanäle, sich immer mehr verästelnd, auslaufen. Hierbei werden die grösseren Entwässerungsgebiete in derselben Weise wieder in Unterabtheilungen zerlegt. Die aus den Hauptgebieten schliesslich austretenden Hauptcanäle werden zu einem Hauptsammler vereinigt, welcher das gesammte Abwasser nach dem Orte hinführt, von welchem aus die unschädliche Beseitigung desselben stattfinden soll.

Eintheilung in Hauptentwässerungsgebiete. *Anordnung der Sammelcanäle.* *Seitencanäle.* *Hauptsammler.*

Nicht immer lässt sich aber nach diesem Schema arbeiten. Wird eine Stadt durch offene Gewässer in zwei oder mehrere Theile getheilt, so entspräche es den natürlichen Terrainverhältnissen, die Seitencanäle möglichst senkrecht nach dem den Thalweg darstellenden Wasserlauf zu führen und den Hauptcanal in den Wasserlauf selbst einzulegen. Dies ist natürlich in der Regel nicht thunlich. Statt dessen ist man gezwungen, zu beiden Seiten des Gewässers je einen Sammelcanal zu legen, von welchen, wenn sie vereinigt werden sollen, der eine durch eine Unterführung (Dücker) zum anderen geleitet werden muss. Da bei dieser Anordnung die nach dem Flusse

Canalunterführungen.

fallenden Seitencanäle durch die längs den Ufern sich hinziehenden Hauptcanäle gleichsam abgefangen werden, so wird dieses System das Abfangsystem genannt, im Gegensatz zu dem ersten, welches als Fächersystem bezeichnet wird. — Derartige Abfangcanäle werden aber auch nicht selten vom Flusse weiter entfernt angelegt, weil dieselben dann entweder eine für die Anordnung der Regenauslässe günstigere Höhenlage zum Flusswasserspiegel erhalten, oder die Ausführung solcher grösseren Canäle weniger unter dem gerade in unmittelbarer Nähe der Flüsse stärkeren Grundwasserandrang zu leiden hat.

Abfangsystem. Fächersystem.

Entwässerungshöhenzonen.

In gefällsreicherem Terrain ist es ferner oft zweckmässig, die Entwässerungsgebiete in verschieden hohe Stufenzonen einzutheilen, wodurch einerseits bewirkt wird, dass das Zusammenströmen der Regenwässer nach den tiefer gelegenen Stadttheilen weniger schnell und heftig erfolgt, und dadurch Ueberschwemmungen leichter vermieden werden, andererseits aber auch der meist sehr schätzbare Vortheil erreicht wird, dass ein grosser Theil der Canalwässer in grösserer Höhenlage durch die Sammelcanäle der höher liegenden Zonen zum Ausfluss kommt, wodurch für diesen Theil der Canalwässer die Kosten für künstliche Hebung entweder ganz erspart oder doch verringert werden. Auch können die Sammelcanäle der höheren Entwässerungszonen als Spülcanäle für die tiefer gelegenen Canäle verwendet werden.

Sammelcanäle als Spülcanäle.

Mehrere Ableitungscanäle an Stelle eines Hauptcanales.

Nicht immer ist es practisch, die Wässer der Sammelcanäle in einem Hauptcanal zu vereinigen. Es erscheint vielmehr in manchen Fällen richtiger, den Inhalt der Sammler von Einzelzonen oder von grösseren bezw. mehreren Entwässerungsgebieten im weiteren Verlaufe unabhängig von demjenigen anderer Sammelcanäle zu behandeln. So z. B. wenn die Canalwässer nach verschiedenen Riesel- oder Flussgebieten zu leiten sind.

Radialsysteme.

In grossen Städten empfiehlt sich die Schaffung mehrerer von einander vollständig unabhängiger Entwässerungsgebiete mit selbstständiger Unschädlichmachung ihres Canalinhalts ganz besonders, weil bei zu weitgehender Centralisierung so grosse Canalwassermengen entstehen, dass dieselben von einer Stelle aus nicht unterzubringen sind. Die Anordnung selbstständiger, bestimmt abgegrenzter Entwässerungsbezirke hat in Grossstädten noch den weiteren Vortheil, dass die hierzu gehörigen Canalnetze ohne Rücksicht auf spätere Vergrösserung des Entwässerungsgebietes durch die weiterschreitende Vergrösserung der Stadt gleich definitiv ausgebaut werden können, ohne dass Canalprofile zur Verwendung gelangen müssten, welche

Vortheile.

erst in späterer Zeit voll ausgenützt werden können. Wo die Canalwässer gepumpt werden müssen, weist dieses System noch den weiteren Vorzug auf, dass die Pumpstationsanlage von vorn herein auf eine ganz bestimmte maximale Leistungsfähigkeit eingerichtet werden kann. Der Erste, der dieses System in zielbewusster klarer Weise zur Durchführung brachte, war Hobrecht, welcher das Entwässerungsgebiet von Berlin in mehrere derartige selbstständige Entwässerungssysteme, welche er Radialsysteme nannte, eintheilte.

Bei sehr flach liegenden Städten, in welchen nur äusserst weniges Gefälle verfügbar ist, hat man es durch die Anordnung zahlreicher Radialsysteme mit je einer besonderen Pumpanlage vollständig in der Hand, durch entsprechende künstliche Tiefenlage der Pumpanlagen völlig ausreichende Gefälle zu erhalten.

Combination des Radialsystems mit dem Höhenzonensystem.

Hierbei kann von den einzelnen Pumpanlagen aus entweder das Canalwasser durch Pumpdruckrohre einem gemeinschaftlichen Hauptabflusscanal zu gepumpt werden, oder das Canalwasser wird nur einige Meter hoch gepumpt, so dass die Möglichkeit vorliegt, von jeder Pumpstation ab durch Schaffung einer anderen Höhenzone ein neues, etwa $1\,^1/_2$ — 4 m höher liegendes Canalnetz anzuordnen, bis das gesammte Wasser schliesslich den endgiltigen Hauptcanälen übergeben werden kann.

Entwässerung einzelner besonders niedrig gelegener Bezirke.

Wenn innerhalb eines Entwässerungsgebietes besonders niedrig gelegene Bezirke vorhanden sind, deren richtige Entwässerung im Zusammenhang mit dem ganzen Canalnetze eine unnöthig grosse Tiefenlage desselben erfordern würde, so werden derartige Entwässerungsbezirke am Besten als eigene Entwässerungsgebiete behandelt. In denselben sind alsdann an ihren tiefsten Punkten Hebewerke (Pumpstationen) einzurichten, durch welche das Canalwasser höher gelegenen Sammelcanälen zugeleitet werden kann.

Antriebskraft der Pumpanlagen.

Die Pumpanlagen können sowohl mit Dampf-, hydraulischen, Pressluft- und elektrischen Motoren betrieben werden.

Sind zwei oder mehrere Entwässerungsgebiete durch Terrainrücken von einander getrennt und ist Werth auf eine schliessliche centrale Ableitung des Canalwassers zu legen, so kann die Zusammenführung der verschiedenen Canalwässer auch mittelst Heberleitungen erfolgen, wenn das Unterfahren der Terrainerhebungen durch Sammelcanäle mit natürlichem Gefälle, sei es durch offene oder tunnelförmige Bauweise zu kostspielig werden würde. Heberleitungen sind in letzter Zeit u. a. bei der Canalisation der Stadt Potsdam ausgeführt worden. —

Heberleitungen.

Nebencanäle sollten in stark coupiertem Terrain womöglich nicht in die Strassen mit den stärksten Gefällen eingelegt werden.

Ausnutzung der Gefälle.

da das zu gewöhnlichen Zeiten nur in geringer Menge fliessende Canalwasser in so dünner Schicht und so schnell in ihnen zum Ablauf kommt, dass erstens schwimmende Gegenstände wegen der geringen Schwimmtiefe auf dem Boden haften bleiben und zweitens die Canäle zeitweise vollständig leerlaufen, wodurch infolge Fäulniss der liegen gebliebenen Schmutzstoffe die Canalluft sehr verschlechtert wird. Die grösseren Gefälle sind vielmehr für die Hauptcanäle auszunützen, bei welchen die Gefahren des Leerlaufens und einer ungenügenden Schwimmtiefe nicht eintreten und wobei mässig grosse Profile mit grosser Leistungsfähigkeit erhalten werden.

In flach gelegenen Entwässerungszonen, bei welchen sehr grosse Gefälle (etwa über 2 $^0/_0$) überhaupt nicht vorkommen, empfiehlt es sich dagegen, gerade für Seitencanäle die gefällsreicheren Strassen zu wählen, um günstigere Geschwindigkeiten, als dies bei den sehr wenig Gefälle aufweisenden Strassenstrecken möglich ist, zu gewinnen. Bei den Hauptcanälen kann eine gute Geschwindigkeit auch bei schlechteren Gefällen, wegen der in ihnen fliessenden grösseren Wassermengen erzielt werden. —

Es ist zweckmässig, die Hauptcanäle und in der Regel auch die Nebensammler so anzuordnen, dass die tieferen Seitencanäle von ihnen aus durch Umleiten des Wassers gespült werden können.

Vermeidung der todten Punkte.

Es verdient desshalb bei den Canälen ein dem Communicationssystem der Wasserleitungen ähnliches System, bei welchem die tiefer liegenden Canalzüge von den nächsthöheren aus gespült werden können, also sogen. tote Punkte vermieden sind, fast immer den Vorzug vor dem reinen Verästelungssystem.

Tiefenlage des Canalsystems.

Für die Gesammttiefenlage des Canalsystems sind die später erläuterten Grundsätze für die Tiefenlage der einzelnen Canäle maassgebend; dagegen ist dieselbe bei solchen Entwässerungsgebieten, welche an Flüssen, Seeen oder Meeren liegen, ausserdem noch hauptsächlich von deren Niveauverhältnissen abhängig. In erster Linie wird man möglichst für die Hauptcanäle solche Höhenlagen zu gewinnen suchen, dass die Regenauslässe auch bei höheren Wasserständen des Gewässers, mindestens aber bei Mittelwasser desselben, freien Auslauf besitzen. Wo dies selbst bei grösstmöglicher Höhenlage der Canäle nicht zu erreichen ist, müssen die Sohlen oder die Ueberlaufkanten der Canalauslässe derart beweglich eingerichtet werden, dass sie den steigenden Wasserständen entsprechend erhöht werden können. Auch diese Anordnung ist nur bis zu einer gewissen Höhe möglich, bei deren Ueberschreitung Pumpwerke einzurichten sind.

Hierbei bedarf die Wahl der Höhenlage des Hauptcanales und damit eines grossen Theiles der Gesammtcanalisation eingehendster Erwägung, da ein billiger Pumpbetrieb durch Verminderung der Hubhöhe und Verringerung der Pumpzeiten hiervon abhängig ist. —

Einbeziehung von Aussengebieten.

Wie bereits früher erwähnt, sind die Entwässerungsgebiete durch ihre natürlichen Wasserscheiden zu begrenzen. Dabei tritt öfter der Fall ein, dass Aussengebiete, welche aller Voraussicht nach wohl nie bebaut werden, in das Entwässerungsgebiet einbezogen werden müssen, sofern es nicht gelingt, durch oberirdische Abweisgräben oder besondere Abzugscanäle die sich ergebenden Ablaufwässer von den städtischen Entwässerungsgebieten fernzuhalten. —

Rücksicht auf die künftige Vergrösserung der Stadtgebiete.

Es ist selbstredend, dass bei jeder Entwässerungsanlage auf die in den nächsten Decennien zu erwartende Vergrösserung des zu entwässernden Ortes Rücksicht zu nehmen ist und dass man sich über die künftig mögliche Bebauung und deren Einfluss auf die Entwässerungsverhältnisse Klarheit verschaffen muss. Mit Rücksicht auf diesen Punkt erscheint es dringend erwünscht, dass jedem Canalisationsproject — wie jedem Wasserversorgungsentwurf — die Aufstellung eines Bebauungsplanes vorausgehe. Es empfiehlt sich dies um so mehr, als ein Theil der zu einem allgemeinen Bebauungsplan erforderlichen technischen Vorarbeiten, wie vollständige Höhenaufnahmen der Stadtoberfläche nebst Umgebungen durch Nivellierung, sowie andere Ermittelungen, als z. B. die über Bevölkerungsdichtigkeit in den einzelnen Stadttheilen und über die Bevölkerungszunahme, auch für die Aufstellung der obengenannten Projecte nothwendig ist. Beim Fehlen eines Bebauungsplanes ist der ein Canalisationsnetz projectierende Ingenieur geradezu gezwungen, sich klarzulegen, wie bei fortschreitender Vergrösserung der Stadt die die Hauptcanäle aufnehmenden künftigen Strassen zu führen sind und die an letztere im Interesse einer guten Entwässerungsanlage zu stellenden Anforderungen festzulegen.

Vermeidung der Führung langer Canäle durch unbebautes Terrain.

Es ist wichtig, das Canalnetz möglichst so zu projectieren, dass die fernere Vergrösserung desselben unter Benutzung der im Anschluss an das bereits bebaute Gebiet neu erstehenden Strassen erfolgen kann, es also nicht nöthig wird, behufs Entwässerung neu angelegter Strassen längere Sammelcanäle durch noch unbebaute Gebiete zu führen. Auch bei bereits bestehenden Quartieren sollte darauf gesehen werden, dass deren Entwässerung ohne Anlage von Canälen in unausgebauten oder doch voraussichtlich längere Zeit unbebauten Flächen thunlich wird. Freilich lässt sich dies in coupiertem Terrain selbst bei genauester Kenntniss der Wege, welche die künftige Bebauung einschlägt, nicht immer durchführen.

Vorarbeiten. Ausser diesen und den bereits vorher besprochenen Erhebungen erfordert die Aufstellung eines umfangreichen Canalisationsprojectes noch folgende Vorarbeiten.

1) Untersuchungen über die Beschaffenheit des Bodens betreffs seiner Durchlässigkeit und der Zusammensetzung des Untergrundes, sowohl innerhalb als ausserhalb des Stadtberings.
2) Aufnahmen der Grundwasserstände und Beobachtungen der Schwankungen derselben.
3) Höhen-Messungen der tiefsten zu entwässernden Flächen, besonders sehr tief gelegener Höfe und der unterirdisch gelegenen zu entwässernden Hausräume.
4) Ermittelungen der Hoch-, Mittel- und Niederwasserhöhen, sowie der Wassermengen, Gefälle und Geschwindigkeiten der öffentlichen Gewässer, an welchen oder in deren Nähe die zu entwässernde Fläche gelegen ist, nebst Bestimmung der jeweiligen Dauer der einzelnen Wasserstände.
5) Aufnahme der bestehenden Entwässerungseinrichtungen, namentlich der bestehenden Strassencanäle, rücksichlich ihres Profils, Gefälles und baulichen Zustandes, behufs Entscheidung der Frage, inwieweit solche bestehenden Canäle benützt oder doch umgebaut werden können. Wir bemerken hierzu jedoch, dass erfahrungsgemäss die Beibehaltung bezw. Einbeziehung älterer Canäle in eine moderne Canalisationsanlage meist nicht zu empfehlen ist, weil nicht allein derartigen Canälen viele unauffindbare oder doch erst später sich zeigende Fehler anhaften, sondern gewöhnlich auch bekannte Mängel, wie unzureichende Tiefenlage und ungeeignete Profilweiten, mit in den Kauf genommen werden müssen. — Nur in solchen Fällen, wo die Nichtverwendung älterer Canäle beträchtliche Mehrkosten verursachen würde, dürfte von dem Ersatz durch neue Canäle abgesehen werden können. Für Regenauslass und Regencanäle sind ältere Canäle nicht selten gut verwendbar.
6) Ermittelung der Krankheits- und Sterblichkeitsverhältnisse, besonders Studium über Zeit und Ort des Auftretens der Infectionskrankeiten und an der Hand der erhaltenen Resultate Untersuchung der Frage, ob für die beobachteten Haus- und Ortsepidemien fehlerhafte, gesundheitstechnische Anlagen, Bodenverunreinigungen oder im Allgemeinen solche Zustände verantwortlich gemacht werden können, welche durch eine sachgemässe Canalisation beseitigt werden. Derartige fortlaufend geführten

Ermittelungen sind von hohem allgemeinen Interesse und grosser Wichtigkeit desshalb, weil durch sie einerseits der gesundheitsfördernde Einfluss rationell ausgeführter Entwässerungsanlagen nachgewiesen werden kann und andererseits Anhaltspunkte dafür gewonnen werden, in welchen Theilen des Entwässerungsgebietes aus gesundheitlichen Rücksichten zuerst mit der Canalisation vorgegangen werden sollte. —

Inwiefern die übrigen Vorarbeiten und Ermittelungen für die Canalisation in Betracht kommen, also die Entwässerungsanlagen beeinflussen, und welche Einzelforderungen für die Durchführung einer Schwemmcanalisation maassgebend sind, ist im Folgenden erläutert.

δ) Anordnung der Canäle in den Strassen.

Lage zu Gas- und Wasserleitungen.

Die Canäle sind in der Regel in der Strassenmitte anzulegen, während Gas- und Wasserleitungen rechts oder links derselben liegen. Es empfiehlt sich für die letzteren Leitungen ein Abstand von mindestens 2 m von der Canalaxe.

Anordnung von Doppelcanälen.

In breiteren Strassen, etwa von 20—25 m Breite an, ist es richtiger, zwei Canalleitungen (auf jeder Seite eine) anzuordnen, weil dadurch lange Hauscanalanschlüsse und Strasseneinlaufleitungen vermieden und hierdurch die Strassenaufbrüche auf ein geringeres Maass beschränkt werden. Es ist dann zweckmässig, die Anordnung so zu treffen, dass die Canäle unter die Gehwege und zwar, als die tiefsten in Betracht kommenden Strassenleitungen, zunächst den Hausfronten liegen, während die Gas- und Wasserleitungen, welche gleichfalls in doppelter Ausführung herzustellen sind, sowie sonstige Leitungen um so weiter von den Häusern entfernt anzulegen sind, je geringer ihre Tiefe ist. Es wird dadurch erreicht, dass keine Hausleitung ein stets missliches Unterführen irgend einer Strassenleitung bedingt. — Kommt hierbei in eine Strasse ein Hauptcanal zu liegen, so wird derselbe nur auf einer Seite fortgeführt, während der Canal auf der anderen Seite als Zweigcanal berechnet und ausgeführt wird.

Unterbringung der Leitungen in Unterwegen. Tunnels.

Bei Herstellung neuer grossstädtischer Strassen, welche einen bedeutenden Verkehr zu erwarten haben, dürfte es sich empfehlen, unter den Fusswegen — Trottoirs — einen fortlaufenden Tunnel herzustellen, in welchem alle Leitungen untergebracht werden. Hierbei würde zweckmässig die eine Seitenwand die entsprechend construierten Hausmauern und die andere die Tragmauer für den Bordstein abgeben.

ε) Tiefenlage der Canäle.

Entwässerungsfähigkeit der Keller. Im Allgemeinen ist für die Tiefenlage der Canäle in erster Linie die Forderung maassgebend, dass die Hauskeller von normaler Tiefe noch entwässert werden können. Je weiter ein Canal von den Häusern entfernt liegt, desto tiefer muss er angelegt werden, damit die Hauscanäle von den Kellern aus noch genügendes Gefälle erhalten können.

Einfluss der Seitengefälle und der Profilgrösse auf die Tiefenlage. Das Gleiche ist der Fall, wenn die Haustiefe eine sehr grosse ist, wenn Keller aus Hintergebäuden entwässert werden müssen, oder wenn gar die Grundstücksfläche rückwärtiges Gefälle aufweist. In letzterem Falle muss häufig auf Kellerentwässerungen verzichtet werden, ja man muss nicht selten das Terrain aufhöhen, um die Oberfläche nach dem Strassencanal entwässern zu können. Ein Canal ist ferner um so tiefer zu legen, je grösser er ist, weil für die Entwässerbarkeit der Kellersohlen der höchste Wasserspiegel in den Canälen maassgebend ist. Da die Kellersohlen der Privathäuser wegen des gegenüber der Strassenoberfläche erhöhten Fussbodens im Erdgeschoss selten mehr als 2,2 — 2,4 m unter Strassenniveau sich befinden und der höchste Canalwasserspiegel mit Rücksicht auf das nothwendige Gefälle in der Anschlussleitung behufs ausreichender Sicherheit gegen Rückstau etwa 0,70 m tiefer liegen sollte, so kann die Regel aufgestellt werden, dass die richtige Tiefenlage der Canäle für die Ermöglichung der Kellerentwässerungen dann erreicht wird, wenn die Canäle eine Ueberdeckungshöhe von 3 m erhalten.

Schwierigkeit der Ausführung grosser Canaltiefen. Indess ist es schwer, dieser Forderung stets nachzukommen. Rücksichten auf Gewinnung des erforderlichen Canalgefälles führen in flach gelegenen Städten fast stets dazu, den oberen Canalstrecken die geringstmögliche Tiefe zu geben, so dass auf Kellerentwässerungen verzichtet werden muss. Ebenso müssen mit Rücksicht auf die Gesammtvertheilung der Gefällsverhältnisse und bei jähen Gefällswechseln **Nichtberücksichtigung der Kellerentwässerungsmöglichkeit.** der Oberfläche geringere Canaltiefen zugelassen werden. Auch finanzielle Rücksichten führen besonders in kleineren Städten zur Wahl von Tiefen, bei welchen Kellerentwässerungen von vornherein ausgeschlossen sind.

Betrachtung über das hygienische Erforderniss der Entwässerung tief liegender Räumlichkeiten. An dieser Stelle ist hervorzuheben, dass eine hygienische Nothwendigkeit zur Entwässerung unterirdischer Räume dann vorliegt, wenn in solchen Räumen allgemein Abwasser erzeugt wird, wie dies in vielen Städten dadurch geschieht, dass die Waschküchen im Kellergeschoss untergebracht sind. Selbstredend muss die Entwässerung von Souterrainwohnungen und -Küchen unter allen Um-

ständen gesichert werden. Die Entwässerung der Kellerräume wird ferner dann eine Forderung der Hygiene, wenn Städte oder einzelne Stadttheile unter Grund- bezw. Sickerwasserandrang zu leiden haben, so dass die Hausmauern feucht sind und das Wasser zeitweise in die Kellerräume eindringt. Im Uebrigen ist die Entwässerung der Keller von hygienischem Standpunkt aus nicht als eine nothwendige Aufgabe der Canalisation zu bezeichnen; dagegen muss in praktischer Beziehung der hohe Werth der Entwässerungsfähigkeit der Keller wegen der Möglichkeit der vielseitigeren Benützung derselben und der Gefahrverminderung bei Wasserleitungsbrüchen betont werden.

ζ) Gefälle der Canäle.

Die Gefälle der Canäle sind, abgesehen von ganz flach liegenden Städten, in der Regel den Strassengefällen gleich. In nahezu horizontalem Gelände ist es am Platze, den Canälen ein über die Strassenneigung hinausgehendes Gefälle zu geben, wodurch allerdings wachsende Canaltiefen entstehen.

Wenn irgend möglich, sollten die Canalgefälle so gross angelegt werden, dass das gewöhnlich abfliessende Hauswasser überall die zur Fortbewegung der in die Canäle zugelassenen Stoffe erforderliche Geschwindigkeit besitzt. Es ist hierzu eine Geschwindigkeit von etwa 0,70 m in der Sekunde bei einer Wassertiefe von mindestens 2 cm nöthig. Bei geringerer Wassertiefe können grössere schwimmbare Gegenstände, wie Papier, Excremente u. s. w. leicht liegen bleiben, selbst wenn das Wasser eine grössere Geschwindigkeit besitzt, da die erforderliche Schwimmtiefe fehlt und infolge dessen die Gegenstände auf der Sohle sich festsetzen. Besonders geschieht dies, wenn in einem Canale, bei geringem und unterbrochenem Zufluss der Hauswässer, infolge des grossen Gefälles das Wasser mit geringer Tiefe, sowie sehr rasch abfliesst und dadurch der Canal zeitweise fast wasserfrei wird. (Trockenlaufen der Canäle.) Die schwimmenden Gegenstände können hierbei, sobald sie sich auf der Sohle reiben, dem Wasser nicht schnell genug folgen und bleiben schliesslich im Canal so lange liegen, bis sie von nachkommenden Wässern wieder weiter gespült werden.

Geschwindigkeit und Schwimmtiefe.

Obwohl die Forderung einer Mindestgeschwindigkeit von 0,70 m zu dem Wunsche nach guten Gefällen führt, so geht doch aus letzterer Erwägung hervor, dass Canäle, welche gewöhnlich kleinere Wassermengen führen, nicht zu grosse Gefälle erhalten sollten. Dies ist übrigens für alle Canäle und zwar desshalb wünschenswerth, weil andernfalls ein unerwünscht rasches Abströmen der Regenwässer,

Nachtheile abnorm grosser Gefälle.

sowie unter Umständen Ueberlastung der tieferliegenden Canalzüge eintreten kann. Bei Hauptcanälen ist ein sehr grosses Gefälle auch desshalb misslich und zu vermeiden, weil die Geschwindigkeit des Wassers so gross werden kann, dass infolge der mitgeführten Sand- und sonstigen Geschiebetheilchen die Canalsohlen durch die Reibungsangriffe eine rasche Abnutzung erfahren. Andauernde Geschwindigkeiten über 1,8 m gelten in dieser Beziehung als bedenklich. Nur bei Canalsohlen aus ganz besonders hartem Material wird man grössere Wassergeschwindigkeiten zulassen können.

Practisch anwendbare Gefälle der Strassencanäle.

Die Resultate der practischen Erfahrungen im Verein mit der Berücksichtigung dieser Forderungen ergeben für die verschiedenen Profilweiten die nachfolgenden Gefällsgrenzen, welche nicht überschritten werden sollten. Die Grenzen der besonders wünschenswerthen Gefälle dürften innerhalb der eingeklammerten Zahlen liegen. Zum besseren Verständniss sei noch auf die auf hydraulischen Gesetzen beruhende Thatsache hingewiesen, dass grössere Wassermengen, also grössere Canäle, für dieselbe Durchfluss-Geschwindigkeit geringere Gefälle beanspruchen, als kleinere Wassermengen und Profile.

	Profilweite	Gefällsminimum	Gefällsmaximum
Anfangscanäle	von 20—30 cm	1:250 (1:150)	1:15 (1:50)
Nebencanäle	„ 30—60 „	1:400 (1:250)	1:25 (1:100)
Hauptcanäle	„ 60—100 „	1:1000 (1:500)	1:40 (1:150)
Grosse Sammelcanäle	„ 100—200 „	1:3000 (1:1000)	1:75 (1:250)

Maassregeln bei nicht vortheilhaften Gefällen.

Wo die Gefälle nach Lage der örtlichen Verhältnisse kleiner ausfallen als die angegebenen Minimalgefälle, muss der ohnehin wichtigen Canalspülung ganz besondere Fürsorge zugewendet werden. Wo grössere Gefälle, als die genannten Maximalgefälle unvermeidlich werden, empfiehlt sich bei Rohrcanälen die Anlage von Gefällsabstufungen in den Schächten (Gefällsabstürze) und bei begehbaren Canälen die Anordnung von Abtreppungen oder Cascaden, durch welche die Gewalt des Wassers gebrochen wird.

Gefälle der Hausleitungen.

Auch bei Hauscanalleitungen von 15 cm Durchmesser erscheint dem Verfasser ein Brechen der starken Gefälle, wenigstens bei den über 1:10 hinausgehenden, vortheilhaft. Jedenfalls sind bei der Wiesbadener Canalisation, für deren Hauscanäle Gefällsabstufungen bei Gefällen über 1:15 vorgeschrieben sind, nur gute Betriebserfahrungen gemacht worden. Das geeignetste Gefälle für Hausleitungen von 15 cm Weite bewegt sich zwischen 1:20 und 1:50. Gefälle von 1:100, ja selbst 1:150 sind bei Gewährleistung ausreichender Spülung noch ausnahmsweise anwendbar. —

η) Canalprofile.

Das richtigste Profil für die zur Abführung der städtischen Schmutzwässer dienenden Canäle ist das eiförmige Profil. Dasselbe besitzt die Eigenschaft, dass auch bei wechselnder Wassermenge ein immer günstiges Verhältniss vom Wasserquerschnitt zum benetzten Umfang vorhanden ist, wodurch eine möglichst grosse Geschwindigkeit erzeugt wird, welche dem Wasser auch bei geringer Menge im Verein mit dem durch den kleineren Sohlenradius bewirkten höheren Aufstau eine viel grössere Spülkraft als im kreisrunden Profil verleiht. Es ist in dieser Hinsicht hervorzuheben, dass für geringere Füllhöhen bei gleichem Gefälle zur Erzeugung derselben Geschwindigkeit des Wassers im Eiprofil eine durchschnittlich um 15 % geringere Wassermenge nöthig ist, als im runden Profil gleicher Maximalleistung. Auch die Tiefe und damit die Stosskraft des Wassers ist hierbei im Eicanal grösser. Die Anwendung von Eiprofilen gegenüber den kreisförmigen Profilen hat also die gleiche Wirkung für die Reinhaltung der Canäle, als wenn bei Trockenwetter 15 % mehr Wasser in denselben fliessen würde. Ein Canal mit eiförmigem Querschnitt hält sich denn auch, wie die Erfahrungen bestätigen, leichter von selbst rein als kreisrunde Profile. Der Spülbetrieb und die mechanische Reinhaltung der Eicanäle, auch der kleinsten, ist nach persönlichen Erfahrungen des Verfassers nicht mit mehr Umständen oder Schwierigkeiten verknüpft, als bei kreisrunden Canälen. Gerade bei den Canälen für kleinere Entwässerungsgebiete, also bei den Rohrcanälen, ist die Wassermenge gewöhnlich gering und der Wechsel derselben am grössten, wesshalb sie vor allem eiförmige Profile erhalten sollten. Thatsächlich haben auch mehrere Städte (Mainz, Wiesbaden, Cöln, Posen, Chemnitz, Dresden u. s. w.) schon von den kleinsten Strassencanälen an die Eiform eingeführt.

Das Eiprofil.

Vortheile des Eiprofils gegenüber dem Kreisprofil.

Freilich ist es in den Fällen, wo Thonröhren gewählt werden (siehe „Canalbaumaterialen") nicht wohl durchführbar, Eiprofile anzuwenden, weil die eiförmigen Thonrohre nicht allein wesentlich theuerer sind als runde, sondern auch weniger gut völlig gleichförmig hergestellt werden können, so dass sich beim Verlegen Unregelmässigkeiten ergeben.

Das Kreisprofil.

Bei Verwendung von Cementbetonröhren ist die Eiform stets vorzuziehen. Die eiförmigen Röhren werden zweckmässig in nachstehenden Dimensionen angewendet. Als kleinstes Strassencanalprofil ist in Städten mit grossen Gefällen ein Profil von 30 cm Höhe und 20 cm Weite zu verwenden, während in flachen Terrains

Zweckmässige Dimensionen des Eiprofils bei nicht begehbaren Canälen.

mit den Profilgrössen 37,5/25 ja selbst 45/30 begonnen werden muss. Obwohl auch Profile von 75 cm Höhe und 50 cm Weite zur Anwendung gelangen, so bildet doch das 60 cm im Lichten hohe und 40 cm weit Profile gewöhnlich das grösste zur Verwendung gelangende, nicht begehbare Rohrprofil, von welchem ab begehbare Canäle in Anwendung kommen. — Bei runden Canälen wird als kleinstes Profil zweckmässig ein solches mit 0,30 m lichter Weite verwendet. Die grösseren Rohrprofile steigen am Besten um je 5 cm bis zur grössten lichten Höhe von 0,50 m bei Thon und 0,60 m bei Cementröhren.

Zweckmässige Weiten des kreisrunden Profils bei nicht begehbaren Canälen.

Profile der begehbaren Canäle.

Ueber diese Höhen hinaus haben die begehbaren Canäle zur Verwendung zu kommen. Diese, entweder aus Backstein oder Stampfbeton (bei letzterem sowohl in, als ausserhalb der Baugrube) herzustellenden Canäle werden ganz allgemein eiförmig gewählt, wobei das normale Verhältniss der Höhe zur Breite (3:2) nur bei den kleineren 60 cm weiten Profilen, behufs Erzielung einer für die Begehbarkeit günstigeren lichten Höhe von 1,00—1,10 m, durch Anwendung einer 10—20 cm betragenden Ueberhöhung verlassen wird. Bis zu 1,2 m, vielleicht sogar 1,5 m lichter Höhe können die Canäle auch fabrikmässig aus Cementbeton als eintheilige Rohrstücke hergestellt werden. Bei den über 1,5 m hohen Sammelcanälen wird vielfach der untere Theil etwas erbreitert, um für grössere Wassermengen geringere Wassertiefen zu erzielen und so an der Tiefenlage der Canäle zu sparen. Die Erbreiterung geschieht entweder durch Bankette, welche sich über dem höchsten Niveau der Schmutzwässer, am Besten nur auf einer Canalseite erheben, oder durch Anwendung gedrückter Profile. Für bedeutende Abflussmengen, z. B. bei Regenauslässen (s. d.) und Hauptableitungscanälen können auch umgekehrte Eiprofile mit dem grossen Radius nach unten, sowie grössere halbkreisförmig gewölbte Canäle mit muldenförmigen oder ebenen nach der Canalaxe abfallenden Sohlenflächen, und endlich grössere Kreisprofile zur Anwendung kommen.

Sohlstücke.

Die Sohle der begehbaren Canäle wird bei grossen Gefällen und Wassermengen aus möglichst hartem und dichtem Material hergestellt und besteht gewöhnlich aus besonderen Formstücken — Sohlstücke genannt, — von Granit, Basaltlava, gebranntem Steinzeug und Cementbeton.

Seiteneinlässe.

Die Seitenwände aller Canäle erhalten für den Anschluss der Haus- und der Strasseneinlaufleitungen Einmündungsstücke, — Seiteneinlässe — welche bei den Rohrcanälen in Form von fest mit denselben verbundenen seitlichen Muffenstücken angeordnet sind.

während sie in die begehbaren Canäle als einzelne Formstücke aus Steingut oder Cementbeton eingesetzt werden.

Die Seiteneinlässe sind so hoch über der Canalsohle anzubringen, dass das gewöhnlich fliessende Canalwasser keinen Rückstau in der Seitenleitung ausübt, also etwa auf der Wasserhöhe der grössten tagsüber abfliessenden Hauswassermenge. In der Regel beträgt hierbei die Einmündungshöhe $^1/_6$ der lichten Höhe des Strassencanales. Die Axe der Seiteneinlässe sollte nie rechtwinklig auf die Canalaxe stossen, sondern einen Winkel von 60^0 mit der Abflussrichtung einschliessen, damit keine Stockungen im Abfluss eintreten. —

Canalsohle

In vielen französischen und englischen, auch in manchen deutschen Städten haben die grösseren Sammelcanäle zu beiden Seiten begehbare Bankette erhalten, auf welchen Reinigungswagen laufen können. Ueber die Anlage solcher Canäle muss von Fall zu Fall entschieden werden. Es sei jedoch bemerkt, dass der Vortheil der Durchführung eines Reinigungswagens auch ohne Bankett, beispielsweise durch Anbringung einer Laufschiene am Gewölbescheitel erreicht werden kann und dass in manchen Fällen, besonders bei stark und oft wechselnden Wasserständen sich auf den Banketten starke Schlammablagerungen bilden können, wodurch Missstände (Verschlechterung der Canalluft, vermehrte Reinigungsarbeit) entstehen.

Seitenbankette.

An dieser Stelle sei noch kurz darauf hingewiesen, dass den begehbaren Canälen vielfach zu grosse Vorzüge vor den Rohrcanälen zuerkannt werden. Allerdings besitzen sie gegenüber den letzteren den Vortheil der leichteren Ueberwachung ihres baulichen Zustandes und lassen Ausbesserungen zu, ohne dass Aufgrabungen erforderlich wären. Allein andererseits sind die engeren Rohrprofile für den Abfluss kleinerer Wassermengen geeigneter, als die für grosse Wassermengen berechneten begehbaren Canäle, in welchen sich infolge dessen mehr Schlammablagerungen bilden, als unter gleichen Verhältnissen in Rohrcanälen. Die Reinigung und Spülung lässt sich aber in diesen mindestens eben so leicht als in begehbaren Canälen und ohne Mehrkosten vornehmen. Es empfiehlt sich daher Rohrprofile dort anzuwenden, wo die zu bewältigenden Wassermengen keine begehbaren Canäle erfordern und Letztere in derartigen Fällen nur dann zu wählen, wenn in ganz besonders lebhaften Verkehrsstrassen eine jede spätere Aufgrabung von sehr grossem Schaden sich erweisen würde. In solchen an die Stelle von Rohrprofilen tretenden grösseren Canälen sollte aber stets ein sehr kleiner Sohlenradius beim Eiprofil, oder eine sehr tief ausgeschnittene schmale Sohlenrinne bei den mit Banketten ausgestatteten Profilen, angeordnet werden. —

Anwendung der Canalrohrprofile und der begehbaren Canäle.

9) Regenauslässe.

Die Regenauslässe, auch Noth- und Sturmauslässe, genannt, sind nahezu für jede Schwemmcanalisation eine unbedingte Nothwendigkeit und spielen eine wichtige Rolle in technischer, financieller und hygienischer Beziehung.

Begründung ihrer Nothwendigkeit.

Gleichwie der Mühlcanal eines Wassertriebwerks nicht für die Abführung der grössten Wassermengen aus dem ihn speisenden Bachlaufe eingerichtet wird, sondern nur so viel Wasser dem Triebwerke zuführt, als von demselben in geregeltem Betrieb aufgenommen werden kann, während die über dieses Maass hinausgehende Wassermenge seitlich des Mühlcanales über das in den Bachlauf eingebaute Ueberfallwehr fortfliesst, so müssen auch die Sammelcanäle grösserer Entwässerungsgebiete von den bei Regenfällen in ihnen abfliessenden grossen Wassermengen nach grösseren Fluss- und Fluthrinnsalen durch Regenüberfälle, Regenauslässe, entlastet werden. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, das gesammte Abwasser einer Stadt, abgesehen von der Zeit, in welcher die Regenüberläufe in Wirksamkeit sind, durch verhältnissmässig kleine und keinen abnormen Kostenaufwand verursachende Canalquerschnitte nach dem Orte zu leiten — sei es mit natürlichem Gefälle oder unter Anwendung von Druckkraft — an welchem es einem künstliche*m* oder natürlichen Reinigungsprocess übergeben wird.

Ohne Anwendung von Regenauslässen würden die Schwemmcanäle ganz übermässig grosse Querschnitte erhalten müssen. Wären doch beispielsweise bei dem nicht grossen Stadtgebiete von 200 ha je nach Umständen 3000—9000 l Regenwasser in der Sekunde abzuleiten. Ein für solche Wassermengen berechnetes Profil würde nicht allein sehr grosse Kosten verursachen, sondern den grossen hygienischen Nachtheil haben, dass es trotz der geschicktesten Querschnittsconstruction bei kleineren Wasserständen gewöhnlich Schlammablagerungen ausgesetzt ist. Ausserdem hat die Entlastung der Canäle durch die Regenauslässe den Vorzug, dass die in den Hauptsammlern fliessenden Wassermengen weniger stark wechseln, wodurch nicht allein bei Rieselfeldern oder Kläranlagen ein weniger kostspieliger, sondern vor allen Dingen ein die jederzeitige ausreichende Canalwasserreinigung sichernder Betrieb gewährleistet wird.

Grösse des auf einen Regenauslass treffenden Entwässerungsgebietes.

Die Anordnung von Regenauslässen ist schon bei Entwässerungsgebieten von 20 und selbst 15 ha an am Platze, wenn die Regenauslasscanäle nur geringe Länge erhalten und Ablaufstörungen, etwa durch ungünstige Hochwasserverhältnisse des aufnehmenden Fluth-

gerinnes ausgeschlossen sind. In der Regel kommt auf eine Entwässerungsfläche von 25—70 ha ein Regenüberlauf.

Die Regenauslasscanäle können sowohl nach offenen oder überwölbten Bachgerinnen, nach Fluthgräben, sowie nach stehenden Gewässern (Seeen und Meeren) geführt werden. Es ist für die jederzeitige volle Wirksamkeit der Regenüberfälle nothwendig, dass das Niveau des Canalwassers ausreichend hoch über dem in Betracht zu ziehenden Hochwasserstande des aufnehmenden Gewässers liegt. Wo dies nicht der Fall, muss durch Rückstauklappen, bewegliche Ueberfallschützen, Auflegehölzer (Dammbalken) der Rücktritt der äusseren Hochwässer in den Canal verhindert werden. Aus den Canälen kann unter solchen Umständen selbstredend das Wasser nur unter Ueberdruck austreten. — Mündung der Regenauslässe.

Eine sehr wichtige Frage, vorwiegend hygienischer Natur ist die Bestimmung darüber, welches Mengenverhältniss zwischen dem Abwasser und dem Regenwasser vorhanden sein muss, wenn der Ueberlauf des Canalwassers nach den Regenauslässen beginnt. Zuvörderst sei über diesen Gegenstand bemerkt, dass vom rein hygienischen Standpunkt aus darauf hingewiesen werden muss, dass durch die Regenauslässe den aufnehmenden Wasserläufen unzweifelhaft Schmutzstoffe zugeführt werden und hierbei Infectionskeime in die Wasserläufe gelangen können. Allein wir dürfen nicht vergessen, dass auch das von den städtischen Strassen abfliessende Regenwasser, falls es, wie allgemein gestattet, ohne Vermittelung von Regenauslässen unmittelbar in den natürlichen Entwässerungsrinnen, gleichviel ob Fluthrinnen oder Flüsse, eingeleitet wird, unvermeidlich mit Schmutzstoffen beladen ankommt; dass ausserdem ein grosser Theil der in den Canälen etwa lagernden Schmutzstoffe bereits vor dem beginnenden Ueberlauf nach den Regenauslässen durch die wachsenden Wassermengen fortgespült wird, und dass vor allen Dingen die Regenauslässe nur immer innerhalb kurz andauernder Zeiträume in Thätigkeit sind. Es ist ferner zu erwägen, dass zu Regenzeiten gewöhnlich auch die aufnehmenden Wasserläufe mehr Wasser führen und dadurch eine grössere Wassermenge und Geschwindigkeit besitzen, sowie dass in den meisten Fällen gerade erst die Regenauslässe die finanzielle Möglichkeit geben, nahezu das sämmtliche Canalabwasser nebst einem Theil des Regenwassers in geordneter Weise abzuführen und unschädlich unterzubringen. Endlich ist noch zu berücksichtigen, dass das zeitweise Einführen des Inhalts der Regenauslasscanäle in die Wasserläufe offenbar weit weniger Bedenken unterliegt, als das freie, andauernde Einleiten des gesammten Canalwassers in die Flüsse, welches vielen — Verdünnungsverhältniss und hygienische Bedeutung desselben.

Hygienikern heute noch unter günstigen Verhältnissen zulässig erscheint, obwohl hierbei innerhalb eines Jahres ein ganz beträchtliches Mehr an Schmutzstoffen (ungefähr das 50fache) dem betr. Wasserlauf übergeben werden muss. —

Wahl des Verdünnungsverhältnisses.

Durch die richtige Wahl des Verdünnungsverhältnisses und durch besondere technische Vorkehrungen, welche die Zurückhaltung von Sink-, Schwimm- und gröberen Schlammstoffen bewirken, hat man es thatsächlich in der Hand, sowohl der Entstehung auffälliger vorübergehender Unzuträglichkeiten als auch dauernder hygienischer Missstände erfolgreich zu begegnen.

Zunächst ist es aus ästhetischen und practischen Rücksichten mindestens als erwünscht zu bezeichnen, wenn das Verdünnungsverhältniss so gewählt wird, dass nicht schon ganz kleine Regenfälle von 1 bis 2 mm Höhe in der Stunde die Regenauslässe in Thätigkeit setzen. Es empfiehlt sich mit Rücksicht hierauf, den Grundsatz aufzustellen, dass die Regenauslässe dann zu wirken anfangen sollen, wenn sich in den Sammelcanälen die Gesammtwassermenge zur Maximalhauswassermenge wie 5:1 verhält. Bei dieser Annahme wird beispielsweise, bei einer Bevölkerungsdichtigkeit von 400 Einwohner auf das ha, der Regenauslass eines mittelgrossen Entwässerungsgebietes erst bei einem Regenfall von etwa 5 mm in Thätigkeit treten, da vorausgesetzt werden kann, dass hierbei meist nur ein $^1/_3$ der gefallenen Regenmenge gleichzeitig durch die Canäle zum Abfluss gelangt. Die Abflussdauer beträgt etwa das Doppelte der Regendauer. Da nach angestellten Beobachtungen Regenfälle über 5 mm während eines Jahres selten eine Gesammtdauer von mehr als 100 Stunden besitzen, so würde bei der Annahme des Verdünnungsverhältnisses 5:1 = der vierfachen Verdünnung des Maximalbrauchwassers jeder Regenauslass innerhalb eines Jahres nicht länger als höchstens 200 Stunden in Thätigkeit sein!

Bei diesem Verdünnungsverhältniss müssten aber immer noch so grosse Wassermengen befördert werden, dass sich die Bau- und Betriebskosten für lange Hauptcanalleitungen nach den definitiven Ausmündungsstellen, sei es nach Rieselfeldern, nach Kläranlagen u. s. w., sehr hoch gestalten würden, wesshalb man gewöhnlich den letzten Regenauslass auf das Verdünnungsverhältniss der mittleren Canalwassermenge zum Regenwasser von 1:1 einrichtet. Es kann dies ohne weitere Bedenken geschehen, wenn der betr. Flusslauf entweder mindestens das 20fache der durchschnittlichen Canalwassermenge führt, oder das aufnehmende Rinnsal ein besonders gutes Gefälle bebesitzt, bezw. canalisiert ist und bald in einen grösseren Wasserlauf einmündet.

Die Ausmündungsstelle selbst ist dabei mit grosser Vorsicht unter Beachtung der am Ende dieses Abschnittes erörterten Gesichtspunkte auszuwählen. Es muss als wichtig hervorgehoben werden, dass sich das durchschnittlich vorhandene Verdünnungsverhältniss an den Endregenauslässen stets günstiger gestaltet, als die Rechnung nach der Ueberlaufhöhe ergiebt. Dies hat seinen Grund darin, dass ein Theil des Canalwassers bereits durch die oberen Regenauslässe mit dem Regenwasser fortfliesst und, um beim früher angeführten Beispiel zu bleiben, bei allen über 5 mm hinausgehenden Regenfällen der Verdünnungsgrad des Maximalhauswassers an sich schon ein vierfacher ist.

Wo nach Obigen als wohl aufnahmefähig zu haltende Wasserläufe vorhanden sind, empfiehlt sich für die Regenauslässe die Regel, sie so einzurichten, dass sie in Thätigkeit kommen, wenn in den Sammelcanälen vom ha je nach der Bevölkerungsdichtigkeit 2—5 l Wasser abfliessen und dass ferner durch den letzten Regenauslasscanal das über den doppelten durchschnittlichen Canalwasserabfluss bei Trockenwetter hinausgehende Wasserquantum überströmen kann. Wo nur kleine Wasserläufe mit wenig Gefälle für die Aufnahme der Regenüberlaufmengen zur Verfügung stehen, müssen nothgedrungen grössere Verdünnungsgrade (auch beim letzten Regenüberlauf) gewählt werden. Es muss hierbei je nach den Verhältnissen bis zur 10 und selbst 15fachen Verdünnung gegangen werden.

Unter besonders ungünstigen Umständen, beispielsweise, wenn ein geeigneter Wasserlauf überhaupt nicht vorhanden oder weit entfernt liegt, ist man sogar gezwungen, von Regenauslässen ganz abzusehen. Man hat dann nur mehr die Wahl, entweder das Regenwasser von den Canälen getrennt zu halten, wie dies beim später beschriebenen Trennungssystem geschieht, oder es müssen Reservoire (Ausgleichbehälter) angelegt werden, in welchen das von den Regenauslässen kommende Wasser während des Regens angesammelt und von diesem allmälig zum Abfluss gebracht oder abgepumpt wird, wie dies bei der nach dem Project des Verfassers ausgeführten Canalisation von Kalk bei Köln geschieht. Der Fassungsraum solcher Behälter ist mit 60—120 cbm auf das ha der Entwässerungsfläche anzunehmen. —

Ersatz der Regenauslässe durch Ausgleichreservoire.

Es sollte ferner thunlichst nach der Regel verfahren werden, die innerhalb eines Stadtgebietes zur Ausmündung in offene Flussläufe gelangenden Regenauslässe bei einem grösseren Verdünnungsgrad in Wirksamkeit treten zu lassen, als solche ausserhalb des Stadtgebietes.

Regeln für die Anordnung der Regenauslassmündungen.

Wo Regenauslässe innerhalb eines Stadtgebietes nach verhältniss-

mässig unbedeutenden Wasserläufen hin zur Ausführung gelangen müssen, empfiehlt es sich mehrere kleinere Auslässe anzuordnen und dieselben an verschiedenen möglichst weit von einander entfernten Stellen in den Wasserlauf einmünden zu lassen. Auch die Herstellung von längeren Regenauslasscanälen, welche das Wasser nach entfernter aber geeigneter liegenden Einmündungsstellen leiten, ist manchmal geboten. Stets sollten die Ausmündungsstellen an solchen Orten angelegt werden, wo günstige Strömungsverhältnisse Statt haben. In Stauwässer, sowie in nur mässig umfangreiche stehende Gewässer, wie Hafenbassins etc., sind Regenauslasscanäle nur in Nothfällen einzuleiten. Hierbei ist es ganz besonders geboten, an den Regenüberfällen Schlamm- und Sandfänge, welche nach jedem Regen gereinigt werden müssen, anzulegen.

Der Ausfluss eines Regenauslasses sollte womöglich unter Wasser erfolgen. Bei stehenden Gewässern ist es angezeigt, die Auslässe eine Strecke vom Ufer entfernt und auf mehrere Stellen vertheilt anzulegen.

Aeltere, nach den Flüssen gehende, Sammelcanäle können bei Neucanalisationen sehr oft mit Vortheil in Regenauslässe umgewandelt werden.

ι) Berechnung der Canäle.

Formel.

Beziehungen zwischen Wassermenge, Geschwindigkeit, Profil und Gefälle.

Die Beziehuugen zwischen Wassermenge, mittlerer Geschwindigkeit, Gefälle und Profil- bezw. Wasserquerschnitt werden durch die nachstehenden hydrotechnischen Formeln ausgedrückt. Es ist

$$1)\ v = c \sqrt{r\,\varphi}$$

$$2)\ M = F\, v \text{ oder } M = F\, c \sqrt{r\,\varphi}$$

Hierbei bedeutet: v die mittlere Wassergeschwindigkeit in der Sekunde; r die hydraulische Tiefe (auch hydraulischer Radius genannt) d. i. der Quotient $\frac{F}{u}$, wobei F den Wasserquerschnitt u die vom Wasser benetzte Umfangslinie des Canalprofils darstellt; φ das relative Gefälle des Wasserspiegels; M die in der Sekunde abfliessende Wassermenge; c einen Erfahrungscoefficienten. Die sämmtlichen Maasse sind hierbei in m auszudrücken.

Der Coefficient c ist nach vielfachen Untersuchungen hauptsächlich abhängig von der hydraulischen Tiefe und von der Rauhigkeit der Canalwände. Er nimmt zu mit der grösseren hydraulischen Tiefe und ab mit der vermehrten Flächenrauhigkeit. Hieraus geht

hervor, dass er um so grösser wird, je grösser das Canalprofil ist, weil mit diesem die hydraulische Tiefe wächst. (Bei volllaufendem Kreisquerschnitt beträgt r = 0.25 der lichten Weite und bei volllaufendem normalen Eiprofil 0.29 der grössten lichten Breite.) Einfluss der hydraulischen Tiefe.

Der Einfluss der Rauhigkeit ist, wenn alle bisher gemachten Erfahrungen zusammengehalten werden, nicht so gross, dass bei gut ausgeführten, möglichst glattwandigen modernen Canälen, seien sie nun aus Backsteinen, Steinzeug, Cement, Bruchsteinen mit verputzten Innenwänden, Hausteinen, Eisen etc. ausgeführt, wesentliche Unterschiede entstehen könnten. Denn jeder Canalwand haftet stets eine schleimige Schicht oder Haut (Sielhaut) an, durch welche ganz glatte Flächen weniger eben, und rauhere Flächen glätter werden. Auch muss in Betracht gezogen werden, dass die Canalsohlen selten ganz frei von Ablagerungen sind, wodurch ein den Einfluss der verschiedenen Materialien ziemlich ausgleichender Rauhigkeitszustand der Sohle eintritt. Desshalb wird andererseits auch bei starken Gefällen, sowie bei besonders gut gespülten und unterhaltenen Canälen der Ingenieur einen etwas höheren Coefficienten annehmen dürfen, als bei Canälen mit geringen Gefällen bezw. weniger reichlicher Spülung. Einfluss der Rauhigkeit der Canalwände. Sielhaut.

Es existieren eine ganze Anzahl Formeln zur Bestimmung des Coefficienten c, auf welche einzugehen nicht im Rahmen dieses Buches liegt. Es sei nur erwähnt, dass die Formeln von Darey-Bazin und von Ganguillet und Kutter am meisten Beachtung verdienen. Formeln für den Coefficienten c.

Die letztere Formel schmiegt sich allen, bisher bekannt gewordenen Erfahrungsresultaten am meisten an. Sie lautet in der für die Canäle passendsten Form:

$$c = \frac{100\sqrt{r}}{b + \sqrt{r}},$$

wobei b ein die Rauhigkeit der Canalwand ausdrückender Coefficient ist. Für denselben kann nach Obigem im Allgemeinen eine unveränderliche Durchschnittsziffer eingesetzt werden. Wird dieselbe zu 0.35 (entsprechend dem von Kutter angenommenen Coefficienten für die Rauhigkeitsstufe 5) gesetzt, so ergeben sich Werthe von c, welche im grossen Durchschnitt der Wirklichkeit wohl am nächsten kommen und gute Mittelzahlen im Vergleich zu den bisherigen Rechnungsresultaten der Formeln ergeben. Die abgerundeten Werthe von c für verschiedene r ergeben sich aus nachstehender Zusammenstellung. Rauhigkeitscoefficient.

Tabelle zur Auffindung von c bei gegebener hydraulischer Tiefe.

r	0.025	0.050	0.075	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.75	1.00
c	30	39	44	47	52	56	59	61	64	67	71	74

Als annähernde, freilich nur grobe durchschnittliche Regel für die Wahl von c konnte hieraus angenommen werden

für Canalprofile von	0.10—0.30 m Weite	c = 40	(C = 50 ist einheitlich angewendet bei der Berliner Canalisation.)
„	0.30—0.80 „ „	c = 50	
„	0.80—1.60 „ „	c = 60	
„	und für Weiten darüber	c = 70	

Art der Berechnung.

Die Canäle sind unter der Annahme der grössten zuströmenden Wassermenge als volllaufend zu berechnen. Von der früher geübten Annahme, die Canäle bloss bis auf eine zum Widerlager reichende Füllhöhe zu beanspruchen und den verbleibenden Raum als Reserve für noch grössere Regenfälle, als die gewöhnlich zu niedrig angenommenen, zu behalten, ist man mit Recht abgekommen, da diese Art der Berechnung eine sehr unbestimmte ist. Man berücksichtigt besser reichliche auf Grund der früheren Ausführungen festzusetzende Regenmengen.

Berechnung des Profils unterhalb der Regenauslässe.

Die hinter den Regenauslässen sich fortsetzenden Sammelcanalprofile sollten unter Berücksichtigung der durch die Regenüberfälle abfliessenden Wassermengen berechnet werden, so dass also in vielen Fällen die Canäle unterhalb der Regenauslässe kleinere Profile aufweisen können. Wo die Berechnung nicht unter Ausschluss der durch die Regenauslässe abfliessenden Wassermengen vorgenommen wird, kann sie leicht unklar werden. Jedenfalls werden hierbei die unterhalb der Regenauslässe gelegenen Canalstrecken unnöthig belastet.

Wo mehrere Canäle zusammentreffen, kann selbstverständlich auch bei voller Berücksichtigung der überfliessenden Regenmengen die Berechnung des Sammelcanalprofils unterhalb des Regenauslasses in dem grössten der zusammengeführten Zweigcanäle gleiches oder gar ein dasselbe übersteigendes Profil ergeben. Eine derartige Anordnung ist sogar als sehr rationell zu bezeichnen. Wo Regenauslässe wegen der im Laufe der Zeit sich einstellenden Ueberlastungen von Sammelcanälen nachträglich angebracht werden müssen, ist selbstredend von einer Verkleinerung des vorhandenen Profils abzusehen.

Grosse Sorgfalt ist bei der Berechnung der Ueberlaufröhren und -Längen der Regenauslässe und der Canalquerschnitte darauf zu verwenden, dass im gewöhnlichen Canalbetrieb (in trockenen Zeiten) keinerlei Rückstau verursacht wird. Auch bei Abführung grösserer Wassermengen sollte Rückstau thunlichst vermieden werden. Die Anordnung eines Regulierschiebers in dem vom Regenauslass abgehenden Sammler ist behufs Vermeidung von Canalüberlastungen in vielen Fällen am Platze.

Berechnung der Regenüberfälle.

Die Leistung der Regenüberfälle wird nach den für Flussüberfallwehre aufgestellten und dem Ingenieur bekannten Formeln berechnet.

(Annähernde Formel: $0.64 \cdot \frac{2}{3}$ b $\sqrt{2 gh}$, wobei b die Ueberfallbreite, h die Ueberfallhöhe, g die freie Fallbeschleunigung = 9.81; genauere Formeln die von Wex angegebenen.)

Bei der Berechnung der Canäle und der Regenauslässe kommt es nicht nur darauf an, die Leistungsfähigkeit eines vollfliessenden Profils bei einem bestimmten Gefälle zu erfahren, sondern man muss auch für die verschiedenen, durch die Canäle fliessenden Wassermengen, insbesonders für die beim gewöhnlichen Wasserlauf und für den Beginn der Thätigkeit an den Regenauslässen in Betracht kommenden Wassermengen, die jeweiligen Geschwindigkeiten und Durchflusshöhen wissen. Die Kenntniss derselben ist nothwendig für die Beurtheilung der zu erwartenden Ablagerungen in den Canälen und für die richtige Construction der Canalverbindungen und der Regenauslässe. **Berechnung der Geschwindigkeiten und Durchflusshöhen bei verschiedenen Wassermengen.**

Die Durchflusshöhen, Geschwindigkeiten und Wassermengen in den Canälen können für verschiedene Profile und Gefälle aus der angegebenen Formel berechnet werden. (Für den Handgebrauch des Ingenieurs existieren hierfür auch Tabellenwerke.)

Zur Information werden in nachstehenden Tabellen für das Gefälle 0.010 (1 m auf 100 m) für die verschiedenen Profile die entsprechenden Zahlen gegeben.

Die Eiprofile 30/20 und 37,5/25 sind hierbei mit einem Sohlenradius von $7\frac{1}{2}$ cm construiert gedacht. — **Die Eiprofile etc.**

Aus den Angaben der Tabellen berechnen sich die Geschwindigkeit und die Wassermenge bei der gleichen Durchflusshöhe in demselben Profil für irgend ein anderes Gefälle, indem man mit dem zehnfachen Betrag der Quadratwurzel aus diesem Gefälle die aus der Tabelle entnommenen Werthe von v und M multipliciert.

$$\text{Denn es ist } v_{0\cdot01} : v_\varphi = \sqrt{0.01} : \sqrt{\varphi} \doteq M_{0\cdot01} : M_\varphi$$

$$\text{woraus } v_\varphi = v_{0\cdot01} \sqrt{\frac{\varphi}{0.01}} = v_{0\cdot01}\ 10 \sqrt{\varphi}$$

$$\text{und } M_\varphi = M_{0\cdot01} \sqrt{\frac{\varphi}{0.01}} = M_{0\cdot01}\ 10 \sqrt{\varphi}$$

Beispielsweise sind die Geschwindigkeiten und Wassermengen der Tabellen für ein Gefälle von 1:25 mit 2, 1:400 mit 0,5, 1:900 mit 0,333 und 1:1600 mit 0,25 zu multiplicieren, um für die gegebenen Wassertiefen die gehörigen Werthe zu erhalten.

Wassermengen (M) und Geschwindigkeiten (v) in den Canälen

bei verschiedenen Durchflusshöhen (h) und dem Gefälle 1 : 100.

Runde Profile.

Profil 10/10 cm			Profil 15/15 cm			Profil 20/20 cm			Profil 30/30 cm			Profil 40/40 cm			Profil 50/50 cm		
h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l
0.01	0.13	0.04	0. 01	0.16	0.08	0.02	0.22	0.3	0.02	0.29	0.6	0.025	0.31	1	0.05	0.60	6
0.02	0.23	0.23	0. 02	0.27	0.38	0.04	0.37	1.5	0.04	0.30	0.8	0.05	0.58	5	0.10	1.01	24
0.03	0.33	0.57	0. 03	0.36	0.90	0.06	0.60	4.6	0.06	0.67	2.6	0.10	0.98	24	0.15	1.33	66
0.04	0.41	1.19	0. 04	0.44	1.76	0.08	0.75	8.7	0.08	0.81	13	0.15	1.25	52	0.20	1.59	117
0.05	0.47	1.85	0. 05	0.53	2.65	0.10	0.87	13.6	0.10	0.96	19	0.20	1.50	94	0.25	1.77	174
0.10	0.47	3.70	0.075	0.69	6.04	0.15	1.00	25.6	0.15	1.20	43	0.25	1.66	139	0.30	1.91	235
			0. 15	0.69	12.08	0.20	0.87	27.1	0.30	1.20	86	0.30	1.72	175	0.35	2.01	295
												0.35	1.71	200	0.40	2.06	346
												0.40	1.50	188	0.45	2.01	374
															0.50	1.77	347

Wassermengen (M) und Geschwindigkeiten (v) in den Canälen

bei verschiedenen Durchflusshöhen (h) und dem Gefälle 1 : 100.

Runde Profile.

Profil 60/60 cm			Profil 80/80 cm			Profil 100/100 cm			Profil 160/160 cm			Profil 200/200 cm		
h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l
0. 05	0.62	7	0. 05	0.62	7	0.05	0.65	10	0.05	0.70	12	0.10	1.23	77
0. 10	1.01	33	0. 10	1.02	35	1.10	1.05	43	0.10	0.99	46	0.20	1.80	297
0. 15	1.32	73	0. 15	1.40	88	0.15	1.41	104	0.15	1.40	126	0.30	2.37	702
0. 20	1.63	135	0. 20	1.68	162	0.20	1.73	197	0.20	1.75	242	0.40	2.88	1310
0. 25	1.83	204	0. 30	2.12	351	0.25	1.99	303	0.30	2.29	577	0.50	3.28	2007
0. 30	2.03	287	0. 40	2.51	631	0.30	2.21	438	0.40	2.80	1080	0.60	3.65	2891
0. 40	2.25	450	0. 50	2.76	927	0.35	2.43	593	0.50	3.20	1702	0.70	3.95	3855
0. 50	2.35	593	0. 60	2.86	1165	0.40	2.64	776	0.60	3.48	2321	0.80	4.27	5440
0.575	2.20	614	0. 70	2.85	1335	0.50	2.93	1150	0.70	3.84	3249	1.00	4.73	7486
0 60	2.03	574	0.775	2.70	1346	0.60	3.16	1555	0.80	4.08	4104	1.20	5.07	9978
			0. 80	2.51	1263	0.70	3.31	1943	0.90	4.27	4975	1.40	5.30	12444
						0.80	3.38	2268	1.00	4.51	6066	1.60	5.33	14295
						0.95	3.23	2484	1.20	4.62	7512	1.80	5.31	15803
						1.00	2.93	2300	1.30	4.65	8184	1.90	5.16	15872
									1.40	4.63	8656	2.00	4.73	14972
									1.55	4.37	8714			
									1.60	4.08	8208			

Wassermengen (M) und Geschwindigkeiten (v) in den Canälen

bei verschiedenen Durchflusshöhen (h) und dem Gefälle 1 : 100.

Eiförmige Profile.

Profil 30/20 cm			Profil 37,5/25 cm			Profil 45/30 cm			Profil 52,5/35 cm			Profil 60/40 cm			Profil 75/50 cm		
h m	v m	M sec-1	h m	v m	M sec-1	h m	v m	M sec-1	h m	v m	M sec-1	h m	v m	M sec-1	h m	v m	M sec-1
0.01	0.16	0.08	0. 01	0.16	0.08	0.02	0.27	0.38	0.025	0.31	0.7	0.02	0.28	0.4	0.025	0.33	0.8
0.02	0.27	0.38	0. 02	0.17	0.38	0.04	0.37	0.93	0. 05	0.55	3.2	0.04	0.45	1.8	0. 05	0.57	4
0.03	0.37	0.93	0. 03	0.37	0.93	0.05	0.53	2.7	0.075	0.62	6.4	0.05	0.55	3.3	0. 10	0.91	17
0.04	0.43	1.7	0. 04	0.43	1.7	0.06	0.60	4.2	0. 10	0.86	13	0.08	0.75	9	0. 15	1.15	25
0.05	0.53	3	0. 05	0.53	3	0.08	0.71	7.0	0. 15	1.06	30	0.10	0.87	15	0. 20	1.39	72
0.06	0.60	4	0. 06	0.60	4	0.10	0.81	11.3	0. 20	1.27	55	0.15	1.08	32	0. 25	1.55	112
0.08	0.71	7	0. 08	0.71	7	0.15	1.02	26	0. 25	1.40	82	0.20	1.30	61	0. 30	1.70	161
0.10	0.78	10	0. 10	0.81	11	0.20	1.19	46	0. 30	1.52	114	0.30	1.59	129	0. 40	1.95	273
0.15	0.96	21	0. 15	1.00	24	0.30	1.42	97	0. 35	1 61	149	0.40	1.78	215	0. 50	2.12	401
0.20	1.08	35	0. 15	1.25	60	0.40	1.51	144	0. 40	1.68	185	0.50	1.89	301	0. 60	2.20	523
0.29	1.07	49	0. 36	1.26	90	0.43	1.47	149	0. 50	1.66	222	0.58	1 82	331	0. 70	2.17	601
0.30	0.98	46	0.375	1.16	85	0.45	1.34	138	0.525	1.51	212	0.60	1.68	309	0.725	2.16	615
															0. 75	1.97	565

Wassermengen (M) und Geschwindigkeiten (v) in den Canälen

bei verschiedenen Durchflusshöhen (h) und dem Gefälle 1 : 100.

Eiförmige Profile.

Profil 105/70 cm			Profil 120/80 cm			Profil 135/90 cm			Profil 150/100 cm			Profil 180/120 cm		
h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l	h m	v m	M sec-l
0.05	0.59	5	0.05	0.59	5	0.05	0.59	5	0.05	0.60	6	0.05	0.60	7
0.10	0.97	22	0.10	0.98	55	0.10	0.99	26	0.10	1.00	28	0.10	0 90	28
0.15	1.23	50	0.15	1.26	25	0.15	1.29	60	0.15	1.30	65	0.15	1.35	74
0.20	1.48	93	0.20	1.51	100	0.20	1.54	108	0.20	1.58	117	0.20	1 61	134
0.25	1.66	144	0.25	1 70	156	0.25	1.72	167	0.25	1.78	185	0.25	1.83	210
0.30	1.83	207	0.30	1.87	223	0.30	1.91	243	0.30	1.98	269	0.30	2.03	303
0.40	2.13	366	0.35	2.04	306	0.35	2.08	331	0.35	2.14	366	0.35	2.20	411
0.50	2.35	550	0.40	2.17	395	0.40	2.19	423	0.40	2.30	478	0.40	2.37	537
0.60	2.53	759	0.45	2.30	497	0.45	2.35	538	0.45	2.45	608	0.50	265	831
0.70	2.68	993	0.50	2.43	610	0.50	2.47	659	0.50	2.59	749	0.60	290	1186
0.80	2.80	1235	0.60	2.65	689	0.60	2.64	919	0.60	2.82	1066	0.70	315	1612
1.00	2.75	1518	0.70	2 81	1135	0.70	2 92	1267	0.70	2.92	1372	0 80	3.35	2077
1.05	2.52	1418	0.80	2.95	1431	0.80	3.08	1609	0.80	3.21	1801	0.90	3.50	2566
			1.00	3.06	1952	0.90	3.21	1965	1.00	3.48	2631	1.00	3.65	3101
			1.16	2.99	2168	1.00	3.32	2314	1.20	3.63	3449	1.20	3.90	4245
			1.20	2.78	2043	1.20	3.39	2902	1.40	3.60	3989	1.30	4.05	4892
						1.30	3.27	2986	1.45	3.58	4056	1.40	4.09	5415
						1.35	3.02	2809	1.50	3.25	3031	1.50	4.15	5947
												1.65	4.10	6446
												1.80	3.70	6119

z) Canalverbindungen und Canalschächte.

Allgemeine technische Anforderung an die Vereinigung von Canälen.

Für die Vereinigung zweier oder mehrerer Canäle gilt der Hauptgrundsatz, dass hierbei das in den Canälen fliessende Wasser in seinem Laufe keinerlei Unterbrechungen oder Stauungen erleiden darf. Um dieser Forderung zu genügen, ist es nicht allein nöthig, dass die Canalaxen und -Wände in sanft gekurvten Linien (tangential) in einander übergehen, sondern es muss auch die Höhenlage der einzelnen Canalsohlen so angeordnet sein, dass die Oberflächen der sich vereinigenden Wässer beim Zusammenfluss in demselben Niveau liegen. Hierdurch erleiden die weniger wasserführenden Canäle keinen Rückstau, welcher die Ursache von Gefällveringerung und Ablagerungen sein würde. Das gleiche Wasserniveau von der Vereinigungsstelle könnte bei voller Füllung der Canäle dadurch erreicht werden, dass die Scheitel der zusammen mündenden Canäle auf die gleiche Höhe gebracht werden, wodurch die Sohlen um die Differenzen der lichten Höhen der Canäle in vertikaler Richtung von einander abstehen. Bei dieser Anordnung würde das Wasserspiegelgefälle dem Canalsohlengefälle gleich werden. Indess ist mit ihr der Nachtheil verbunden, dass sehr viel Gefälle zum Schaden des die meiste Zeit statthabenden Trockenwasserablaufes verloren geht. Man bestimmt desshalb die Sohlengestaltung der Canalvereinigungen nicht für den Abfluss des Regenwassers, sondern für den des Brauchwassers und nimmt die bei dem abfliessenden Regenwasser eintretenden Stauungen mit in den Kauf. Es kann das um so leichter gethan werden, weil bei Regenwetter in den Canälen grössere Geschwindigkeiten vorhanden und missständige Ablagerungen weniger zu befürchten sind.

Wo nur sehr wenig Gefälle zur Verfügung steht, werden die Wasserspiegel für die mittlere Brauchwassermenge, wo gute Gefälle vorhanden sind, für die maximalen, ja selbst doppelten Trockenwetterabflüsse für die Sohlengestaltung in Betracht gezogen.

Canalverbindung.

Die Vereinigung zweier oder mehrerer gemauerter Canäle oder dieser Canäle mit grösseren Rohrcanälen werden gewöhnlich Canalverbindungen genannt und aus bestem Backsteinmauerwerk (auch Cementbeton) hergestellt. Den Uebergang von dem Hauptcanal nach den einmündenden Canälen vermittelt ein sogen. Trompetengewölbe. Es ist dies ein trichterförmig sich erweiterndes Gewölbe an dessen vertikale Endmauer die Gewölbe der Einzelcanäle anstossen. Die Sohlenübergänge sind am zweckmässigsten durch Werksteine aus

Granit, besonders hartem Sandstein, Basaltlava und anderen harten Steinmaterialen herzustellen.

Die Einmündung von kleinen Rohrcanälen, bis zu höchstens 50/50 bezw. 60/40 Profilweite kann, gleichwie das bei den Vereinigungen der nicht begehbaren Rohrcanäle geschieht, unter Vermittelung von Schächten (auch Brunnen, Schrote etc. genannt) erfolgen. In jedem Schacht ist die Canalrinne — in der Regel bis auf Widerlagerhöhe — durchzuführen, um Ablagerungen auch hier zu vermeiden. An diese Rinne sind die einmündenden Canäle tangential anzuschliessen. Die Höhenlage der einmündenden Sohlen ist auch hier wieder nach dem Trockenwetterabfluss zu berechnen. — Wo grosse Canalgefälle durch Abstufungen vermindert werden sollen, sind letztere an den oberen Schachtseiten derart anzuordnen, dass die Profilrinne im Schachte einen in sanften Bogen aufwärts geführten Absturz bildet, so dass keinerlei mit Aufspritzen verbundener Wasserabfall, welcher principiell zu vermeiden ist, eintritt. — Die Schachtsohlen werden entweder aus Werksteinen, Backsteinen oder auch Beton hergestellt. — In die Wände werden Steigeisen von je 0,3 m Höhenabstand eingemauert und dadurch das Besteigen der Schächte ermöglicht. Die Einsteigöffnung erhält meist eine Abdeckung aus Gusseisen; der Deckel ist entweder gerippt oder er wird, was in grösseren Städten vorzuziehen ist, mit Asphalt oder Holzklötzen ausgefüllt. Die Einsteigweite beträgt 0,52—0,70 m im Durchmesser. Die Schächte sind entweder von kreisförmigem, ovalem oder viereckigem Querschnitt und haben demgemäss cylindrische oder prismatische Form oder auch die Gestalt eines abgestumpften Hohlkegels oder ebensolcher Pyramide. Häufig findet auch die Verjüngung nach oben durch Ueberkragung der Schichten statt. Am geeignetsten ist der kreisförmige, nach oben sich stetig verjüngende Querschnitt. — Canalschächte.

Die Canalschächte dienen nicht allein dem Zwecke der Vereinigung der Canäle, sondern werden in regelmässigen Abständen als Revisions-, Einsteige- oder Spülstellen angeordnet. Hierbei ist Folgendes zu beachten:

Von Rohrcanälen. Die Schächte der Rohrcanäle sollten stets über der Axe derselben sich erheben und in der Regel nur Entfernungen von 50—70 m von einander besitzen. Die Rohrcanäle zwischen je zwei Schächten sind in vollständig gerader Linie anzulegen, so dass von Schacht zu Schacht ein freier Durchblick durch die Canäle möglich ist. Alle Winkelpunkte (dies sind alle Aenderungen in Bezug auf Richtungen und Gefälle) sind daher in die Schächte zu verlegen.

Von begehbaren Canälen. Die Einsteigschächte begehbarer Canäle und von Verbindungen werden am Besten seitlich der Canalaxe angeordnet und

mit einer ebenen, über dem höchsten gewöhnlichen Wasserstand liegenden Sohle behufs Erzielung eines trockenen Standplatzes versehen. — In verkehrsreichen Strassen werden die Schächte nicht selten auf den Gehwegen angeordnet und durch einen unterirdischen Gang mit den zugehörigen Canälen verbunden.

Treppenschächte.

Oefter werden an besonders wichtigen Vereinigungsstellen, welche häufig revidiert werden müssen, an Stelle der mit Steigeisen versehenen Einsteigschächte Treppenschächte errichtet. Dieselben haben eine lichte Breite von 0,70—1,0 m und eine Länge von 1,0—1,2 m und mehr und werden nach Art steiler Kellertreppen construiert. — Die Einsteigeschächte der gemauerten Canäle sollten gewöhnlich in Entfernungen von je 100—150 m, keinesfalls aber über 200 m projectiert werden. Sie sind ferner an jeder Verbindungs- und Abzweigstelle anzuordnen.

Ruhekammern.

Wo die Canalhöhe ein nahezu aufrechtes Begehen nicht gestattet, also zwischen 1,0—1,5 m Höhe, ist die Anlage von sogenannten Ruhekammern mit Canaleinläufen zwischen zwei Einsteigeschächten in Entfernungen von je 30—50 m dringend nöthig. Dieselben bestehen aus einer, etwa 1,80 m langen Ueberhöhung des Canalgewölbes auf 1,7—1,8 m lichte Höhe. Durch sie wird den Arbeitern und Revisionsbeamten beim Begehen der Canäle ein Aufrichten aus der gebückten Stellung und das Ausruhen ermöglicht. Bislang ist der Anlage von solchen Ruhekammern noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden.

Sohle der abzweigenden Canäle.

Wo Canäle von anderen Canälen abzweigen, empfiehlt es sich, die Sohle des abzweigenden Canales über dem Trockenwetterablauf anzuordnen. Der abzweigende Canal ist mit einem Absperr- und Spülschieber zu versehen. —

Schächte mit Sandfängen.

Es wird schliesslich noch darauf aufmerksam gemacht, dass aus hygienischen Gründen die Canalsohlen durch Schlammsäcke und Sandfänge nicht unterbrochen werden sollten, weil durch derartige Anordnungen organische Stoffe anstatt zum baldigen Abfluss zur Ablagerung gelangen und in Fäulniss übergehen, wodurch die Canalluft verschlechtert wird. Auch ist die Reinigung solcher Schächte stets lästig und widerlich. Nur wo starke Canalgefälle in schwache übergehen, so dass erfahrungsgemäss nach jedem Regen in den fallenden Canalstrecken missständige Ablagerungen entstehen, erscheint die Anlegung von Schlamm- und Sandfängen durch Tieferlegung der Canalsohle ausnahmsweise zulässig.

Früher und wohl auch jetzt noch sind bei Rohrcanälen, um Einsteigschächte zu sparen, zwischen je zwei in grösserer Entfernung

von einander liegenden Einsteigschächten, sowie auch wohl an kleineren Gefälls- oder Richtungswechseln zwischen zwei nahe gelegenen Schächten, sogenannte Lampenschächte angeordnet worden. Dieselben bestehen aus 15 bis 25 cm weiten über dem Canalscheitel sich senkrecht erhebenden Röhren, welche an der Strassenoberfläche mit einem Deckel verschlossen sind. Durch dieselben kann eine brennende Lampe in den Canal hinabgelassen und so von den nächstliegenden Schächten aus festgestellt werden, auf welcher Strecke etwaige Verstopfungen oder sonstige Störungen des Abflusses sich befinden. Lampenschächte.

Die Lampenschächte können die Einsteigeschächte aber absolut nicht ersetzen, da die Beseitigung von Canalstörungen durch sie thatsächlich nicht erleichtert wird, weil dieselbe doch von den Schächten aus erfolgen muss, und die ungefähre Ermittelung des Ortes der Abflussstockung auch von den Schächten aus mittelst Rohrgestänge unschwer geschehen kann.

λ) Lüftung der Canäle.

Eine ausreichende Lüftung der Canäle ist eine unbedingte Nothwendigkeit sowohl in hygienischer als auch in technischer Hinsicht. **Nothwendigkeit der Lüftung.**

Gleichwie stagnierendes, Schmutzstoffe enthaltendes Wasser leicht faulig und übelriechend wird, so würde auch die in den Canälen eingeschlossene Luft, welche mit der Schmutzwasseroberfläche und den vom Schmutzwasser bespülten Canalwänden in fortwährender Berührung bleibt, durch Ansammlung aufgenommener Fäulnissgase übelriechend und zum grossen Missstand eines Canalnetzes werden. Beim Oeffnen von Canaldeckeln oder bei sonstigem gelegentlichen Austritt von Canalluft auf die Strasse und in die Häuser würden sich nicht allein unerträgliche Gerüche bemerkbar machen, sondern auch das öftere Einathmen solcher verdorbenen Luft würde zu Gesundheitsstörungen führen können. **In hygienischer Beziehung.**

Durch eine genügende Canallüftung wird dagegen die Luft in den Canälen in beständiger Bewegung gehalten und fortwährend erneuert. Die Aushauchungen der etwa zeitweise sich ablagernden Faulstoffe, sowie die Ausdünstungen des Canalwassers selbst können bei guter Ventilation das Canalnetz nicht verpesten, weil ihnen keine Zeit zur Ansammlung gelassen wird. Auch auf die Oxydation der an den Canalwänden haftenden organischen Substanzen wird eine kräftige Lufterneuerung nur günstig einwirken. Je sorgfältiger demgemäss die Canallüftung durchgeführt ist, um so geringer werden die

mit den Canalgasen verbundenen gesundheitlichen Gefahren und Belästigungen. Ist es doch in gut ventilierten modernen Canälen dem Chemiker kaum möglich einen wesentlichen Unterschied in der Zusammensetzung der darin enthaltenen Luft gegenüber der Aussenluft zu constatieren.

Die Uebertragung von Infectionskrankheiten durch die Canalgase ist durch die bisherigen Forschungen allerdings nicht nachgewiesen worden und darf auch wohl als ausgeschlossen gelten; schlechte Canalluft kann aber Uebelkeit, Kopfweh und bei länger andauernder Einwirkung Unpässlichkeit erzeugen, und vielleicht auch zum Anstoss für das Auftreten anderer Krankheitserscheinungen werden. Auch für die in den Canälen Tag für Tag beschäftigten Arbeiter ist die Erhaltung möglichst reiner Luft in den Canälen von grosser Wichtigkeit für ihr Wohlbefinden. Der erfolgreichen Lüftung muss daher unter allen Umständen ein hoher gesundheitlicher Werth zugesprochen werden.

An dieser Stelle möchte Verfasser einschaltend darauf hinweisen, dass die bislang bekannt gewordenen Untersuchungsresultate betreffs der Frage, ob Canalarbeiter vermöge ihrer Beschäftigung grösseren gesundheitlichen Gefahren ausgesetzt sind, negativen Befund ergeben haben. Insbesonders ist nicht beobachtet worden, dass die Canalarbeiter in höherem Maasse unter Infectionskrankheiten zu leiden hätten. Dagegen hatten die beim Wiesbadener Canalbetrieb beschäftigten Arbeiter häufiger als die sonstigen städtischen Arbeiter über rheumatische Beschwerden zu klagen. Dieser Umstand ist wohl dadurch begründet, dass in einem grossen Theil der Wiesbadener Canalisation eine vielfach über 25° C. hinausgehende Temperatur wegen des daselbst fliessenden Wassers der Thermalquellen herrscht, wobei Gelegenheit zu Erkältungen etc. wohl gegeben ist. Auch kann bei den Canalbetriebsmannschaften öfter ein schlaffes oder welkes Aussehen, ähnlich wie solches die in Bergwerken beschäftigten Arbeitern wegen der nicht ausreichender Belichtung haben, beobachtet werden. Aus diesem Grunde wird in Wiesbaden ein jährlich zweimaliger Wechsel der Mannschaft vorgenommen.

Nothwendigkeit der Lüftung in technischer Beziehung.

Ebenso unentbehrlich, wie in gesundheitlicher Beziehung ist eine Lüftung der Canäle in technischer Hinsicht. Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Luft in den Canälen beim Durchfluss grosser Wassermengen, sofern sie keinen Ausweg hat, vor denselben zusammengepresst wird, während hinter denselben, mangels geeigneter Eintrittsöffnungen, Luftverdünnung entsteht. Hierdurch wird der geordnete Abfluss des Wassers erheblich gestört. Es ist auch nicht

völlig ausgeschlossen, dass die gespannte Luft die Wasserverschlüsse der Hausleitungen durchbricht und dadurch in die Wohnräume eindringt; andererseits können durch die in den Canälen eintretende Luftverdünnung in besonderen Fällen die Wasserverschlüsse in den Häusern ausgesaugt und dadurch unwirksam gemacht werden.

Durch die Anbringung geeigneter Luftöffnungen wird aber jede noch so geringe Druckdifferenz zwischen der äusseren und der Canalluft sofort ausgeglichen, wodurch die eben bezeichneten Missstände beseitigt und insbesonders die Leistungsfähigkeit des Canalnetzes infolge der geringen Luftwiderstände erhöht wird. —

Die ausreichende Lüftung eines Canalsystems wird durch folgende Einrichtungen bewirkt. Alle höchsten Punkte der Canalgewölbe in den Verbindungen, Abzweigungen, Ruhekammern; die Enden der Canäle, die Einsteig- und Spülschächte, sowie die Spülbehälter, und wo diese Sonderanlagen weiter auseinander liegen, die Canalgewölbe selbst in etwa je 50 m Entfernung sind mit Luftöffnungen zu versehen, welche möglichst auf die Strassenmitten und nicht allzunahe den Uebergängen ausmünden. Die Luftöffnungen werden grossentheils durch selbstständige Roste oder Gitter gebildet, welche meist neben den Schächten liegen und durch eine Rohrleitung mit dem Canal bezw. Schachtinnern in Verbindung stehen. Zur Aufnahme einfallenden Strassenschmutzes ist unter dem Roste ein entsprechender Raum vorhanden. Oft sind auch die Schachtdeckel rostartig durchbrochen, wobei die dureh den Rost fallende Strassenabfallstoffe von einem darunter hängenden oder sonst geeignet angebrachten Eimer zurückgehalten werden. Wo Canalstrecken in einem Schachte in der Weise endigen, dass ihr Profil in diesem in der Regel durch Verschlussschieber, welche nur zur Zeit der Spülung geöffnet werden, abgeschlossen ist, empfiehlt sich die Anbringung eines Lüftungsrohres, welches von dem Canalscheitel nach dem Schachtinneren führt und dort über dem höchsten Wasserspiegel ausmündet, weil sonst in der abgeschlossenen Endstrecke ein Stagnieren der Canalluft eintreten würde.

Lüftungseinrichtungen.

Diese Luftöffnungen haben in erster Linie als Lufteinlässe zu wirken. Ihnen ist ein zweites System höher gelegener Oeffnungen als Luftauslässe gegenüberzustellen. Dasselbe besteht entweder aus besonderen, an oder in den Häusern angebrachten, Ventilationsröhren, aus Lüftungsschornsteinen oder am Besten aus den über Dach verlängerten Closetfallröhren der Häuser, welche durch die Hauscanäle mit den Strassencanälen in Verbindung stehen. Auch die anderen Fallröhren der Häuser sind behufs ihrer Lüftung über Dach zu verlängern und, wenn keine Fensteröffnung in der Nähe ist, mit den

Einheitliche, Strassen- und Hauscanäle umfassende Ventilation.

Strassencanälen unmittelbar in Verbindung zu setzen. Es ist zweckmässig, wenn das obere Ende des Fallrohres mit einer Luftsaugevorrichtung versehen wird. —

Zu Regenzeiten wirken freilich die Regenfallröhren nicht entlüftend, vielmehr wird Luft in die Canäle durch das herabstürzende Regenwasser mitgerissen. Jedoch ist die Ventilationswirkung der Regenröhren in Trockenzeiten nicht zu unterschätzen. Wo Küchenfallröhren durch Fettfänge mit Wasserverschluss von den Canalleitungen getrennt sind, könnte die Lüftung durch eine Ausschaltleitung bewerkstelligt werden. —

Die in die ventilierenden Hausrohrstränge einmündenden Zweigröhren, welche von den Abläufen in den Wohnungen etc. kommen, sind selbstverständlich mit sicherem Wasserverschluss zu versehen, um dem Eintritt der Strassen- und Hauscanalluft in das Hausinnere vorzubeugen.

Durch diese Ventilationseinrichtungen wird eine lebhafte Lufterneuerung in den Strassen- und Hauscanälen bewirkt. Es wird auserdem der Vortheil erreicht, dass die Waterclosets infolge der durch das Fallrohr streichenden warmen Canalluft nicht so leicht einfrieren. —

Es liegt in der Natur der Sache, dass sich in der Nähe der in den Strassen befindlichen Ventilationsöffnungen wenigstens zeitweise der Austritt von Canalluft mehr oder minder auffällig durch einen gewöhnlich schwach dumpfigen, an Kellerluft erinnernden Geruch bemerkbar macht. Desshalb empfiehlt es sich in sehr engen Strassen. von Ventilationsöffnungen in der Strassenfläche abzusehen und die Entlüftungen der Schächte und Canalverbindungen durch besondere Luftrohre von 10—12 cm Durchmesser zu bewirken, welche an den Häusern angebracht sind und über deren Dächern ausmünden. Zur Noth genügt auch die Schaffung einer Luftverbindung mit einem benachbarten Regenfallrohre, sofern dasselbe nicht in der Nähe von Fenstern ausmündet. —

Getrennte Ventilation.

Das beschriebene, Strassen- und Hauscanäle einheitlich umfassende Ventilationsystem ist in fast allen neueren Canalisationen Deutschlands eingeführt und als das in praktischer Hinsicht empfehlenswertheste zu bezeichnen. In England und auch vielfach in Frankreich werden die Leitungen der Hauscanalisationen von den Strassencanälen durch einen Hauptwasserverschluss getrennt und jedes System für sich entlüftet. Die Erfahrung in Deutschand hat aber gelehrt, dass eine gemeinsame Ventilation der Haus- und Strassencanäle nicht allein billiger, sondern auch wirksamer ist, als diese von einander

unabhängigen Lüftungseinrichtungen. In den gut gespülten und unterhaltenen, richtig angelegten Schwemmcanälen ist ja auch die Luft thatsächlich zum Mindesten nicht schlechter, als in den Hauscanälen. Es ist desshalb die gemeinsame Lüftung vom Hygieniker nicht zu beaustanden, wenn nur der Eintritt der Canalluft in das Hausinnere durch gute Wasserverschlüsse verwahrt wird. —

Bewegungsrichtung der Canalluft.

Die Bewegungsrichtung der Canalluft ist eine sehr wechselnde. Zur Winterszeit ist die Luftströmung am häufigsten nach den Hauscanälen hin gerichtet. Indess wird auch oft, und ganz besonders in den übrigen Jahreszeiten, eine Abwärtsströmung der Canalluft beobachtet. Einen grossen Einfluss auf die Art der Luftbewegung in den Canälen haben ferner ausser den Temperaturverhältnissen ganz besonders die Windströmungen.

Bei sehr starken Gefällen macht sich manchmal in den ansteigenden Strassen ein fortwährendes Austreten der Canalluft aus den Strassenventilationseinrichtungen bemerkbar, da die Canäle gleichsam wie Kamine wirken. Dieses ist nicht allein für die Passanten, sondern bei sehr starker Zugluft im Canal auch für die Canalarbeiter lästig. Um solche einseitigen Luftzüge zu vermeiden, können derartige Canalstrecken, wie dies bei der Wiesbadener Canalisation geschehen ist, durch Einhängen von Luftklappen abgeschlossen werden. Die Klappen sind in Höhenabständen von 6—10 m anzubringen und hindern den allzu starken Luftzug in den Canälen, gleichwie die Wetterthüren in Bergwerken. Sie sind leicht um eine horizontale Achse beweglich, so dass sie dem abfliessenden Regenwasser nur geringen Widerstand entgegensetzen, während sie infolge eines freien Ausschnittes an ihrem unteren Ende den Abfluss des Hauswassers gar nicht hindern.

Luftklappen.

Möglichst ausgiebige Lufterneuerung, Hauptgrundsatz der Canallüftung.

Schliesslich wird wiederholt betont, dass die hygienisch zufriedenstellende Wirkung einer Canallüftung nicht in einer stets gleich gerichteten Luftströmung nach aufwärts, sondern in einem möglichst grossen Maass des Luftaustausches bezw. der Lufterneuerung in den Canälen zu erblicken ist.

η) Spülung und Reinigung der Canäle. — Canalbetrieb.

Nothwendigkeit eines geordneten Canalbetriebs.

Eine Canalisation kann ihrer Aufgabe der raschesten und unschädlichen Ableitung der Abwässer einer Stadt nur dann in stets vollkommener Weise genügen, wenn einerseits die bauliche Beschaffenheit der Canäle, besonders deren Undurchlässigkeit, sowie die Glätte der Canalwandungen, fortwährend auf dem ursprünglichen guten

Stande bleibt, und andererseits die sich bildenden Schlamm- und Sandansammlungen in den Canälen alsbald und in geregelter Weise beseitigt werden. In letzterer Hinsicht sei bemerkt, dass eine vollständige und selbstthätige Reinhaltung der Canäle durch die Canalwässer allein bei keiner Canalisation erreicht werden kann. Stets werden minder gute Gefälle, unvermeidliche Gefällsunterschiede, unzureichende Canalwassermengen zu Ablagerungen Anlass geben. Nie kann es ausserdem ganz verhütet werden, dass Stoffe in die Canäle gelangen, welche auch bei günstigen Abflussverhältnissen durch die eigene Spülkraft des fliessenden Canalwassers nicht fortgespült werden können, wie z. B. Sand und Geschiebe. Die Canäle müssen daher einestheils Einrichtungen bekommen, durch welche die Spülkraft der Canalwässer vermehrt wird und andererseits besondere Wassermengen zu Spülzwecken zugeführt erhalten. Ausserdem muss, soweit Wasserspülungen allein zur Reinhaltung nicht ausreichen, noch ein besonderer Reinigungsdienst eingerichtet werden.

Würde die Unterhaltung, Spülung und Reinigung der Canäle vernachlässigt, so wären rascher baulicher Verfall, vollständige Verschmutzung der Canäle und enorme Verschlechterung der Canalluft durch die aus den Ablagerungen sich entwickelnden Fäulnissgase die Folgen. Die Canäle würden sich in langgestreckte Kloaken verwandeln und statt der Reinhaltung zu dienen, der Verunreinigung von Boden, Luft und Wasser Vorschub leisten.

Art des Canalbetriebes.

Bauunterhaltung. Die Bauunterhaltung hat sich auf die sorgfältigste Ueberwachung des baulichen Zustandes der Canäle besonders des Mauerwerks und der Verfugungen, sowie der Eisenwerkstheile zu erstrecken. Letztere würden ohne öftere Erneuerung der schützenden Anstriche und ohne Schmierung der sich reibenden und auf einander gleitenden Theile sehr bald durch Rost zu leiden haben und in ihrer Betriebssicherheit, sowie ihrer leichten Bedienbarkeit starke Einbusse erleiden.

Canalreinigung. Für die Canalreinigung sind besondere Mannschaften auszubilden, welche nach einem auf Grund der örtlichen Erfahrungen aufgestellten Betriebsplan arbeiten.

Die Canalreinigung begreift in sich die Spülung und den Reinigungsbetrieb mit besonderen Geräthen.

Spülthüren.

Durch die Spül-, auch Stauthüren genannt, wird die Spülung in den gemauerten bezw. begehbaren Canälen bewirkt. Es sind dies

um eine seitliche Vertikalaxe drehbare Thüren, welche sich an eine, meist die untere Hälfte des Canalprofils begrenzende Eisenleiste durch einen lösbaren Riegel oder eine Sperrstange so andrücken lassen, dass ein grösserer Theil des Canalprofils vollständig abgeschlossen wird. Hierdurch wird das Canalwasser hinter der Spülthüre auf die durch dieselbe normierte Höhe aufgestaut. Durch rasches Oeffnen der Thüre wird alsdann die unterhalb liegende Canalstrecke mit einem Male von einer grösseren Wassermenge durchströmt und ausgespült. Wirkungsweise.

Die Spülthüren dienen auch dazu, das Canalwasser zwecks Spülung oder zeitweiser Umleitung nach den von den gemauerten Canälen oberhalb der Spülthüren abzweigenden Seiten- oder Rohrcanälen hinzuweisen. —

Da sich die Spülwellen ziemlich rasch verflachen und dadurch unwirksam werden, so sind die Spülthüren in Abständen von 100—200 m je nach den Canalgefällen anzuordnen.

Spülschieber.

Dieselben bestehen aus Eisenblechtafeln, die in eisernen Rahmen geführt und beim Schliessen durch keilförmige Flächen fest an das abzuschliessende Canalprofil angedrückt werden. Diese Schieber werden in den Rohrcanalschächten vor den abgehenden unteren Canalstrecken angebracht. Sie sind von der Strasse aus bedienbar. Die Spülung wird von einem Spülschachte aus dadurch bewerkstelligt, dass zunächst durch Herablassen der Schieber der zu spülenden Canalstrecke geschlossen wird. Das von den Zugangscanälen ankommende Wasser sammelt sich hierdurch sowohl in diesen, als auch im Schachte bis zu einer gewissen Höhe an, welche durch ein im Schachte angebrachtes, nach dem grössten abgehenden Canal führendes Ueberlaufrohr festgelegt wird. Beim Oeffnen des Schiebers an der zu spülenden Canalstrecke spielt sich der gleiche Vorgang ab, wie beim Oeffnen einer Spülthüre. Die Höhe des Ueberlaufrohres ist so anzunehmen, dass ein Austreten des Wassers in benachbarte Keller vermieden wird. Gewöhnlich beträgt die Stauhöhe 1—1,5 m. Anordnung und Bedienung.

An Stelle des Spülschiebers werden vielfach auch Spülklappen und Spülstopfen verwendet und durch diese gewöhnlich mit Zugketten versehenen Vorrichtungen die Canalöffnungen im Schachte verschlossen. Die Bedienung ist etwas umständlicher als bei den Spülschiebern. Diese Einrichtung wird zweckmässig da getroffen, wo behufs Spülung die Schächte mit Leitungswasser gefüllt werden und mit Spülwasser gespart, dasselbe Leitungswasser also möglichst gut ausgenützt werden soll. Spülklappen und -Pfropfen.

Spüleinlässe.

Es ist klar, dass der Aufstau des Canalwassers und die Spülung mit solchen nur in Canälen angewendet werden kann, welche ausreichende Wassermengen führen, weil es sonst zu lange dauert, bis sich eine ausreichende Spülwassermenge oberhalb der Stauvorrichtungen angesammelt hat. Auch können bei stark verunreinigtem Wasser während der Ansammlung missliche Ablagerungen entstehen. Diese Umstände haben dazu geführt, zur Spülung der Canäle anderweitig möglichst schlammfreies Wasser zu beschaffen. Dies kann geschehen entweder durch Entnahme des Spülwassers aus offenen Gewässern, durch Sammlung von Regenwasser in Bassins oder endlich aus der öffentlichen Wasserleitung.

Spülwasser-beschaffung.

Wo die Oberflächenhöhe der natürlichen Gewässer, sei es in gestautem oder ungestautem Zustand, dauernd oder nur zeitweise es gestattet, wird das Spülwasser den Canälen durch abschliessbare Spüleinlässe im natürlichen Gefälle zugeführt. Vor den Spüleinlässen sind Gitter, und wenn die Gefahr der Schlamm- oder Sandmitführung vorliegt, Senkschächte anzuordnen, in welchen sich diese Stoffe ablagern.

Von der Wasserleitung aus werden die Canäle entweder aus den Hydranten vermittelst Schlauchzuführung oder durch besondere Anschlussleitungen gespült.

Spülbehälter. Spülgalerien.

Am geeignetsten für eine kräftige Spülwirkung und die Erreichung kurzer Anstauzeiten bei den Spülthüren und Schiebern ist die Verwendung möglichst grosser, etwa 10 bis 20 secl betragender Spülwassermengen. Die Entnahme solcher Wassermengen aus der allgemeinen Wasserversorgung ist aber fast immer äusserst störend für den Wasserwerksbetrieb. Auch die von offenen Gewässern gespeisten Spüleinlässe bringen oft nicht die gewünschten Wassermengen.

Zweckmässigste Spülungen.

Es ist daher zweckmässig das Canalspülwasser in grösseren Spülwasserbehältern anzusammeln, wodurch man in die Lage versetzt wird, mit grossen Spülwassermengen arbeiten zu können. — Diese Spülreservoire haben aber noch den weiteren Vortheil, dass bei geschickter Canalnetzanordnung grosse Canalgebiete (Spülbezirke) von einer Stelle aus durchspült werden können.

Spülbezirke.

Die Spülreservoire werden entweder ähnlich hergestellt wie die Sammelbehälter der Wasserwerke oder als längere abgeschlossene Canalstrecken angeordnet, welche alsdann Spülgalerieen genannt

werden. Der Fassungsraum derselben ist für das ha des zugehörigen Spülbezirks zu 4—6 cbm anzunehmen. Die Speisung erfolgt entweder durch ständigen gleichmässigen Zufluss aus der Wasserleitung mit Schwimmkugelabschluss oder durch besondere Pumpwerke, welche Fluss- oder Grundwasser nach dem Behälter befördern. Die Spülreservoire sind selbstredend an den höchsten Punkten des zugehörigen Spülbezirks anzubringen. Am zweckmässigsten werden sie in den Mitten der Strassen und Plätze angeordnet. Anordnung der Spülreservoire.

Die Einrichtung von grösseren Spülbehältern kann nur empfohlen werden, da sie beim geringsten Arbeits- und Kostenaufwande eine sehr ausgiebige und wirksame Durchspülung der Canalnetze gewährleisten.

Selbstthätige Spüler.

An solchen Canalenden, welche nicht in der von einem Spüleinlass oder Spülbehälter bedienbaren Spüllinie liegen, sowie oberhalb solcher Canalstrecken, welche Schlammablagerungen besonders ausgesetzt sind (schlechtes Gefälle, ungeeignete oder ältere Profile) oder endlich bei solchen Canalisationen, welchen grössere Spülbehälter mangeln, werden vielfach sogenannte Selbstspüler angeordnet. Das Princip solcher Selbstspüler besteht darin, dass ein Spülbehälter von 2 bis 20 und mehr cbm Inhalt durch einen in der Regel ständig fliessenden kleineren Wasserzulauf von 3—20 l in der Minute innerhalb einer gewissen Zeit gefüllt wird, um alsdann seinen Inhalt als kräftigen Spülstrom innerhalb verhältnissmässig sehr kurzer Zeit abzugeben. Durch die verschiedene Art der Füllung und Entleerung der Spülbehälter werden die verschiedenen Systeme der Selbstspüler bedingt. Princip der Selbstspüler

Der einfachste Selbstspüler ist der Kippspüler, ein um eine horizontale Axe bewegliches Gefäss, welches mit Wasser gefüllt wird, bei einem bestimmten Füllgrade das Uebergewicht bekommt und dadurch zum Umkippen gelangt. Hierbei entleert es seinen Inhalt auf einmal, kehrt dann wieder in seine ursprüngliche Lage zurück, um das Spiel von neuem zu beginnen. Diese einfache Construction ist zur Erzeugung kleinerer Spülwasserströme ganz gut, desshalb für Hauscanäle wohl verwendbar, eignet sich aber nicht zur Ausführung in grösseren Dimensionen, weil infolge des Umkippens zu grosse Erschütterungen entstehen, welche die Dauerhaftigkeit der Apparate beeinträchtigen. Der einfache Kippspüler.

Besser geeignet, sofern es sich nicht um allzukleine Zulaufmengen handelt, ist der Heberspüler von Roger-Field, in Deutschland in verbesserter Construction durch die Halbergerhütte eingeführt. (Bei der Canalisation in Rom und Paris angewendet, weiter ausgebildet Die Heberspüler, Construction Roger-Field Construction Halbergerhütte.

durch Doulton sowie Herscher et Geneste.) In den Sammelbehälter ist bei diesem System ein Standrohr eingesetzt, welches mit seinem unteren Ablaufende und dem mit diesem durch Flanschen verbundenen Untertheil einen Wasserverschluss bildet. Am oberen offenen Ende des Rohres befindet sich ein nach innen gerichteter trichterförmiger Ansatz, welcher ein freies Abfallen des überlaufenden Wassers bewirkt. Ueber das Abfallrohr ist ein oben geschlossenes Rohr gestülpt, so dass auf diese Weise ein Glockenheber gebildet wird, durch dessen unteres offenes Ende das Wasser entsprechend der fortschreitenden Füllung des Behälters bis zum Ueberlaufrohr ansteigt. Beim Ablauf durch den Trichteransatz wird nach und nach die im Ablaufrohr infolge des Wasserverschlusses zuerst gespannte Luft von dem Wasser mitgenommen und dadurch dem über der Glocke des Spülbehälters stehenden Wasser Gelegenheit zum verstärkten Ueberströmen gegeben und so der Heber zur Thätigkeit gebracht.

Eine Verbindung von Kippgefäss und Heber weisen die durch den Verfasser neuerdings bei der Wiesbadener Canalisation eingeführten und vervollkommneten Selbstspüler (nach englischem Vorbild s. Zt. von Knauff für Potsdam vorgeschlagen) auf. Der Spülbehälter ist allseitig geschlossen und wird in der Regel aus liegenden Eisen- oder Canalröhren gebildet. Auf der Decke des Behälters sitzt eine Schaale, welche durch ein kurzes Rohrstück mit ihm in Verbindung steht. In der Schale ist ein kleines, einfaches Kippgefäss angeordnet. An dem Spülbehälter ist ein feststehender Auslaufheber angebracht, dessen Ueberlaufkante wenige mm über dem höchsten Reservoirscheitel sich befindet. Die Füllung des Reservoirs geschieht durch einen besonderen Zulauf neben dem Kippgefäss. Dieses selbst wird von einem kleineren Wasserstrahl gespeist, damit das Gefäss nicht unnütz oft umkippt und dadurch eine vorzeitige Abnutzung erfährt. Ist der Spülbehälter gefülllt, also der Heber eben bis zum Ueberlauf voll, so wird bei der nächsten Entleerung des Kippgefässes plötzlich das Wasserniveau um die Höhe des Verbindungsrohres, welche diejenige des Heberscheitels übersteigt, gefüllt und dadurch auch bei ausreichender Grösse des Kippgefässes der obere Heberaum, wodurch der Heber mit Sicherheit in Function tritt. Schon bei einem 10 cm weiten Heber, bei dem ein Kippgefäss von 15 l Inhalt und eine Zulaufweite von 10—13 cm genügen, wird ein einige cbm fassendes Reservoir innerhalb weniger Minuten entleert.

Construction Knauff-Brix.

Eine andere Spülconstruction mit feststehendem Heber ist diejenige von **Kuntz**, bei welcher **Druckwasser** in den Behälterraum durch einen Injector fliesst. Von diesem wird Luft aus dem Heberinneren

Construction Kuntz.

abgesaugt und hierdurch eine sichere Heberwirkung zum gegebenen Zeitpunkt erzielt.

Eine sichere Heberwirkung wird auch durch Anordnung eines Schwimmerhahnes erzeugt, der sich öffnet, wenn der für den beginnenden Abfluss bestimmte Wasserstand erreicht ist. Dadurch wird plötzlich ein verstärkter Zufluss erzielt, durch den der Heber in Thätigkeit gesetzt wird. Schwimmerhahnconstruction.

Zum besseren Verständniss wird noch bemerkt, dass es bei grösseren Heberquerschnitten, wie sie für Spülbehälter in Betracht kommen (10—20 cm Durchmesser), schwierig ist, die Heber in Thätigkeit zu setzen, weil durch die gewöhnlichen Wasserzuläufe der Scheitelräume der Heber bezw. der längeren Heberschenkel nicht ganz gefüllt werden können, eine Heberwirkung bekanntlich aber nur bei voller Heberfüllung eintritt.

Ohne Heberentleerung ist der Selbstspüler von Frühling construiert. Die Ablauföffnung des Spülbehälters liegt hier in dessen Sohle. Sie ist verschlossen durch ein Ventil, dessen verlängerte Stange oben einen Hohlcylinder trägt, an welcher weiter ein Hebel angebracht ist, durch dessen Bewegung das Ventil geöffnet und geschlossen werden kann. Am anderen Ende des Hebels befindet sich ein Gewicht und eine Schaale. Bei steigendem Wasser halten sich die auf den Hohlcylinder und die Schale wirkenden hydraulischen Auftriebe das Gleichgewicht. Fliesst dagegen das Wasser über den Rand der Schaale, so wird das Gleichgewicht aufgehoben und das Ventil durch die nach oben gehende Hebelstange geöffnet. Das Wasser fliesst so lange aus, bis die Gewichte des Ventiles und des Hohlcylinders infolge des immer geringer werdenden Auftriebes wirksam genug geworden sind, um die vermöge ihrer geneigten Stellung inzwischen geleerte Schaale und ein nach dieser hingerolltes Gegengewicht wieder in die ursprüngliche Stellung zurückzuführen. Letzteres dient dazu, das möglichst schnelle Oeffnen des Ventils zu bewirken. Construction Frühling.

Bei dem Spüler von Geiger (Patent) ist der Ablauf der Spülbehälter durch ein mit Gummi oder Leder abgedichtetes Rohr, welches oben schalenförmig erweitert ist, verschlossen. Durch das in den Spülbehälter einfliessende Wasser wird vermöge des Wasserauftriebes der Schale das Verschlussrohr aus dem Abflussrohr gehoben, so dass es sich aus demselben dem Wasserstande folgend immer höher herauszieht, während der Wasserabschluss durch die Rohrabdichtung erhalten bleibt. In einer gewissen, den höchsten Wasserstand im Spülbehälter normierenden Höhe wird die Schaale durch ein nach abwärts ragendes festes Gummiventil, welches den Schalen- Construction Geiger.

abfluss verschliesst, an dem Höhersteigen gehindert. Infolge dessen strömt das Wasser über den Schalenrand, füllt die Schale und bringt dieselbe nebst dem Steigrohr zum Sinken, wodurch die Abflussöffnung wieder frei wird, so dass sich der Reservoirinhalt über den Rand der Schaale hinweg sehr schnell entleert. —

Es existieren noch eine grosse Zahl anderer Constructionen von Selbstspülern, welche alle aufzuführen es an Raum gebricht (Selbstspüler von Natterer, van Vranken, Schumann, Priester, Pescetto, Stoffels).

Vor- und Nachtheile der Selbstspüler.

Die Selbstspüler haben vor den ganze Spülbezirke versorgenden Reservoiren den Vorzug des automatischen Betriebs, sind besonders zur sicheren Reinhaltung solcher Canalstrecken geeignet, welche eine über den allgemeinen Spülplan hinausgehende öftere Spülung erfordern, haben aber den Nachtheil, dass sie sorgfältiger Instandhaltung und Revision bedürfen und verhältnissmässig viel Wasser verbrauchen. da bei der Spülung aus grösseren Spülbehältern die Spülwassermengen mehr dem jeweiligen Erforderniss entsprechend reguliert werden können.

In kleineren Städten stösst nicht selten die ordnungsgemässe Spülung aus Spülreservoiren, besonders die Bedienung der Spülschieber mangels geeigneten Personals auf Schwierigkeiten. Man hat daher vielfach versucht, die Spülung der Canäle möglichst einfach zu gestalten. Dies geschieht von den Hydranten aus durch Einleiten von Spülwasser in die Canäle mittelst Gummischlauch. Bedeutend vorzuziehen ist die Einführung des Wassers nach den Spülschächten durch besondere Zweigleitungen, deren Bedienung an oder nächst den Spülschächten erfolgt. Diese Art der Spülung hat zwar nicht den durchgreifenden Erfolg, als bei der durch Anlage von Spülreservoiren möglichen Verwendung grosser Spülwassermengen; indess kann ein Canalnetz durch sie im Zusammenhang mit der nachher beschriebenen Bürstenreinigung trotzdem in ausreichend sauberem Zustand erhalten werden.

Spülung von den Hydranten aus.

Spülung nach Patent Bindewald & Teinturier.

Eine andere in neuester Zeit eingeführte Spülungsweise erfolgt unter Vermittelung der Strassensinkkasten, welche von der Wasserleitung aus gefüllt werden, um als Spülbehälter für die zugehörigen Canalstrecken zu dienen. Es sind hierfür besondere Strasseneinläufe construiert worden (Patent Bindewald & Teinturier), welche später noch näher beschrieben werden. —

Selbst bei sehr reichlicher Spülung gelingt es nicht, die an den Canalwänden sich ansetzende Schleimhaut, sowie gröbere, sandige, auch schlickige Ablagerungen zu beseitigen. Es ist desshalb in allen Canälen eine zeitweise Reinigung auch durch Handbetrieb erforderlich. Dieselbe hat in Städten mit schwachen Gefällen für jede Canalstrecke

alle 2—3 Wochen zu erfolgen, während sie unter günstigen Entwässerungsverhältnissen erst alle 6—12 Wochen, ja selbst nur halbjährig einmal stattzufinden braucht. Reinigung der Canäle.

In begehbaren Canälen erfolgt die Reinigung vermittelst hölzerner Schaufeln und Besen, wobei unter beständigem Aufrühren die von den Wandungen und den Sohlen abgelösten Schlamm- und Sandtheile dem Gefälle nach abwärts fortgetrieben werden. Die Sinkstoffe werden alsdann durch die Schächte oder den zugehörigen Hauptsandfang aus den Canälen mittelst Eimer herausbefördert und abgefahren. Handreinigung in begehbaren Canälen.

Neuerdings werden zu Reinigungszwecken bewegliche, durch die Canäle auf Rollen laufende, Schilder benützt, welche an den Canalwänden durch Filz- oder Gummistreifen abgedichtet sind. Das Canalwasser staut sich hinter denselben und schiebt sie hierdurch nebst den mitgenommenen Sinkstoffen vor sich her. Die Mitnahme dieser Stoffe wird dadurch gefördert, dass sie durch einen kräftigen Spülstrom aufgewirbelt werden. Der Spülstrom wird entweder durch einen besonderen Ablauf oder durch einen im Schirm angebrachten vertikalen Schlitz erzeugt, durch welche Vorrichtungen das aufgestaute Wasser mit grosser Gewalt hindurchfliesst. Reinigung durch Schilder.

In Canälen, welche mit Banketten oder Laufschienen versehen sind, werden zur Räumung besondere Wagen benutzt. Dieselben sind mit Schützen versehen, welche beliebig tief in das Wasser eingetaucht werden können, wodurch ein Aufstau entsteht, welcher hinreichend gross ist, um sowohl das Fahrzeug fortzubewegen, als auch die im Canal liegenden Schmutzstoffe aufzuwirbeln und zum Abzug zu bringen. Reinigungswagen.

An Stelle der genannten Vorrichtungen hat man auch, besonders für runde Profile ohne Vorsprünge, grosse Kugeln construiert, welche durch den von ihnen bewirkten Wasseraufstau vorwärts bewegt werden, wodurch gleichfalls wieder so starke Wasserströmungen entstehen, dass alle Sinkstoffe mit fortgenommen werden. Reinigung durch Schwimmkugeln.

In ganz grossen Canälen, wie beispielsweise in Paris, werden auch Stauschiffe zur Reinigung benutzt, wobei deren Bewegung sowie die Wasseranstauungen gleichfalls durch Blechtafeln, welche verschieden tief geschraubt oder sonstwie gesenkt werden können, regulierbar sind. Stauschiffe.

Für die Reinigung von Rohrcanälen hat sich das Durchziehen von Bürsten, welche der Profilform angepasst sind, entschieden am Besten bewährt. Die Bürsten werden aus Piassava oder noch besser aus der geschmeidigen Siamfaser hergestellt. Das Durchziehen derselben geschieht zweckmässig mittelst Manillaseilen, weil dieselben im Wasser schwimmen, also wenig abgenutzt werden und nicht wie Ketten die Canalwände schädigen oder zu deren schnellerer Abnutzung Reinigung der Rohrcanäle durch Bürstenziehung.

beitragen können. — Beim Ziehen der Bürsten wird folgendermassen verfahren: Zuerst wird von einem Spülschacht aus eine mit Korkschwimmern versehene Leine unter Zuführung von Spülwasser durch den Canal geflösst und mittelst dieser Leine ein Seil, an dessen Ende die Bürste befestigt wird, nachgezogen. Hierauf wird das andere Bürstenende gleichfalls mit dem Seile verbunden und nunmehr unter verstärktem Wasserzufluss bis zum nächsten Schachte gezogen. Durch die Verbindung ihrer beiden Enden mit Seilen kann sie nach Belieben vor und rückwärts dirigiert werden, gleichwie dadurch auch die Gefahr ihres Festsetzens auf das geringste Mass beschränkt wird.

Zur Reinigung der Hauscanäle sind vielfach auch Bürsten, welche an spanischem Rohrgestänge befestigt sind, in Benutzung.

Beseitigung von Verstopfungen.

Zur Beseitigung von Verstopfungen ist die Verwendung von zusammenschraubbaren Rohrgestängen, welche von den Revisionsschächten aus in die Canäle eingeführt werden können, zu empfehlen. Dieselben können an ihrem vorderen Ende mit entsprechenden Werkzeugen (spitzen Widerhaken, Schneiden) versehen werden. Gewöhnlich genügt es aber in solche Rohrstränge Druckwasser von der Wasserleitung einzulassen, so dass der an der Verstopfungsstelle durch das Rohrende austretende Wasserstrahl wieder eine Durchflussöffnung schafft. —

Spülwassermenge.

Die für eine Canalisation benöthigten Spülwassermengen sind natürlich sehr von den jeweiligen Verhältnissen abhängig. Der zu dem Canalwasser nöthige Spülwasserzuschuss beläuft sich für das km Canalleitung durchschnittlich auf 1000—2000 Jahres-cbm oder im Mittel auf rund 1500 cbm, das ist für das laufende m Canal 1.5 cbm Spülwasser.

ν) Unter- und Ueberführungen der Canäle.

Wenn Canäle entweder Gas- oder Wasserleitungsröhren oder andere Canäle, Bachläufe und Flüsse so kreuzen, dass die jeweiligen Profile ganz oder theilweise durchschnitten werden müssten, also die Sohlen der sich kreuzenden Leitungen etc. in ihrer Höhenlage wenig von einander verschieden sind, so muss zunächst in Aussicht genommen werden, die Leitung oder den Wasserlauf, auf welchen ein Canal trifft, entweder tiefer oder höher zu legen, und so dem Canal Platz zu schaffen. Bei Gas- und Wasserleitungen ist dies gewöhnlich ausführbar, selten jedoch bei Canälen, Bach- und Flussläufen. In letzteren Fällen bleibt dann nichts anderes übrig, als mit dem Canal aus dem Wege zu gehen. Dies ist möglich durch Führung des Canals über oder unter dem Hinderniss (Ueberführung bezw. Unterführung.)

Heberleitungen.

Canalüberführungen können nur durch Heberleitungen

bewerkstelligt werden. Die Anordnung ist dann derart, dass aus einem vor dem Hinderniss angelegten Sammelschacht das unter den tiefsten Wasserstand hinabreichende Heberohr beginnt und über das Hinderniss hinwegsteigend (bei Flussläufen unter Benutzung von Ueberbrückungen) in einem jenseits befindlichen Abflussschacht endigt. Die Heberleitungen haben den Nachtheil, dass sich an ihrem Scheitelpunkte die von dem Canalwasser mitgeführten Gase ansammeln, dadurch eine Entleerung der Heberschenkel und somit Ausserbetriebsetzungen bewirken. Desshalb ist mit besonderer Sorgfalt die sich ansammelnde Luft aus dem Heber beständig zu entfernen. Dies geschieht entweder durch besondere Luftpumpen oder auch mit Hülfe eines durch die Druckwasserleitung betriebenen Injectors. Mittelst eines Schwimmers kann besonders im letzteren Fall die Luftabsaugung selbstthätig erhalten werden (Ausführung in Breslau, Patent Eger). Betriebsstörungen treten jedoch bei den Heberleitungen eher ein als bei den Unterführungen der Canäle, wesshalb diese in der Regel vorgezogen werden.

Die Canalunterführungen werden in Form eines umgekehrten Hebers, eines sogenannten Syphons, ausgeführt. Von einem Uebergangsschachte aus wird die Canalleitung so tief nach abwärts geführt, dass sie unter die Sohle des kreuzenden Wasserlaufes zu liegen kommt. Alsdann steigt sie wieder auf die dem Canalgefälle entsprechende Höhe auf und mündet zweckmässig in einen zweiten Schacht aus, um von diesem aus im regelmässigen Gefälle sich fortzusetzen. Derartige Anlagen werden Düker genannt. Gewöhnlich werden sie aus Eisenrohren hergestellt. Es ist bei ihnen, wie auch bei den Heberleitungen, besondere Vorsorge gegen Verstopfungsgefahr zu treffen, wesshalb ausreichende Gefälle und möglichst kleine Querschnitte gewählt werden müssen, um die Durchflussgeschwindigkeit zu vermehren. Dem gleichen Zweck dient die Anordnung von Doppelröhren, wovon abwechselungsweise für die gewöhnlichen Wasserzuflüsse nur ein Druckrohr im Betriebe ist, während das andere durch einen umschaltbaren Ueberlauf bei gesteigerten Zuflussmengen in Thätigkeit tritt. Ausserdem werden vor grösseren Dükern Sand- und Schlammsandfänge mit festen Sieben angewendet. — Düker.

Der Betrieb sowohl der Düker, als der Heberleitungen bedarf sorgfältiger Beaufsichtigung, wesshalb derartige Canalkreuzungen möglichst vermieden werden sollen.

Wo die verschiedenen Höhenlagen der sich kreuzenden Leitungen dem Canalprofil überhaupt noch eine, wenn auch verminderte, von der Sohle ab freie Durchflusshöhe gewährt, wird von Dükern stets abgesehen.

indem lieber von der Höhe des Canalprofils eine Einbusse hingenommen wird. Zur Wiedererlangung des erforderlichen Durchflussquerschnitts wird entweder eine entsprechende Anzahl engerer Röhren oder eine Profilverbreiterung angeordnet. — Nicht selten werden oberhalb der Düker oder Heberanlagen Regenauslässe vorgesehen, damit für den Fall von Verstopfungen nicht plötzlich der ganze Entwässerungsbetrieb stillgestellt wird. Auch Spüleinlässe können oft vortheilhaft mit den Dükern verbunden werden.

ξ) Strasseneinläufe.

Die **Strasseneinläufe** (Strassensinkkasten, Rinneneinlässe. Strassengullies, Einfallschächte, Trummen, Rinnenschächte) dienen für die Aufnahme des in den Strassenrinnen abfliessenden Wassers und weisen dasselbe den Canälen zu. Es muss von ihnen gefordert werden:

Forderungen an die Strasseneinläufe.

1) Zurückhaltung aller aus den Canälen nicht abspülbaren Stoffe, sowie aller derjenigen, besonders schwimmenden, Körper, welche eine Verstopfung der zum Strassencanal führenden Seitenleitung verursachen könnten.

2) Abschluss gegen das Austreten von Canalluft, weil dieselbe bei der Lage der Rinneneinlässe neben den Fusswegen und Häusern missständig werden kann.

Die Zurückhaltung der nicht abspülbaren Stoffe ist desshalb geboten, weil nicht allein das Herausschaffen derselben aus den Canälen viel kostspieliger ist, als aus den Rinneneinlässen, sondern auch durch die Sinkstoffe in den Canälen der Abfluss gehemmt und die Canalsohlen mehr abgenützt werden. — Jeder Rinneneinlass muss demgemäss einen Raum zur Ablagerung dieser Stoffe, sowie einen Wasserabschluss erhalten. Letzterer dient gleichzeitig zur Zurückhaltung schwimmender Gegenstände. Die Wasserverschlusshöhe ist zwischen 10 und 20 cm zu wählen. Obwohl die Strasseneinläufe um so mehr Sand und Sinkstoffe von den Canälen zurückhalten, je grössere Fassungsräume sie haben, und hierbei auch in grösseren Entfernungen von einander projectiert werden können, so muss doch mässig grossen Strasseneinläufen, welche entsprechend näher an einander zu setzen sind, ein Vorzug vor jenen desshalb eingeräumt werden, weil kleinere Sinkstoffbehälter ohne wesentliche Mehrkosten eine öftere Reinigung und wirksamere Wasserausspülung erfahren und daher deren Inhalt nicht so leicht übelriechend wird. Sie sind in Entfernungen von 30—50, durchschnittlich 40 m anzubringen. Sehr verkehrsreiche. sowie chaussierte Strassen, oder Strassen mit grösserem Gefälle oder beträchtlichen Breiten verlangen geringe Abstände der Rinneneinlässe.

An jedem Strasseneinlauf unterscheidet man den eigentlichen Einlauf, den Ablagerungsraum und den Wasserverschluss. Der Einlauf liegt entweder in der Rinne und besteht dann aus einem Eisenrost, oder er liegt im Bordstein und wird durch einen seitlichen, 40—70 cm langen und 8—15 cm hohen, offenen Schlitz gebildet. Das die Sinkstoffe aufnehmende Untertheil ist nicht selten mit Schlammeimern ausgestattet. Mittelst dieser ist durch Herausnehmen und Entleeren derselben eine ziemlich schnelle Reinigung der Strassensinkkasten möglich, besonders wenn hierzu auf den Abfuhrwagen befestigte Krahnen verwendet werden. Es ist zweckmässig, den Schlammeimern einen Fassungsraum von 40—60 l zu geben und sie im Untertheil des Strasseneinlaufes so anzubringen, dass ihre Ränder an einer vorspringenden Leiste auflagern, die Eimer also im Strasseneinlauf hängen. Wo Eimer fehlen, müssen die Strasseneinläufe durch baggerförmige Schaufeln von ihren Sinkstoffen befreit werden. Diese Reinigungsmethode ist etwas mühseliger, ebenso als weniger vollkommen anzusehen. Sie eignet sich auch in der Regel nur für Sinkkasten mit geringerer Tiefe, sowie für kleinere Städte. Bestandtheile der Strasseneinläufe und Reinigung derselben.

Es giebt eine grosse Menge von Strasseneinlaufconstructionen. Am meisten kommen bei neueren Canalisationen Rinneneinlässe aus Steinzeug, aus Cementbeton oder aus Eisen mit eisernem Einlaufaufsatz, Eiseneimer und ausserhalb des Untertheiles angebrachtem Knierohrwasserverschluss zur Anwendung. Hierbei steht der Eimer entweder auf dem Boden auf, oder er hängt in dem Untertheile (Geiger'sche Anordnung bei Strasseneinläufen aus Cementbeton durch Einbetonierung eines eisernen Auflagerringes — Patent —). Bei Eisensinkkasten wird das Auflager in einfachster Weise durch eine ringförmige Gussleiste geschaffen. Dessgleichen kann bei Steinzeug das Auflager bei der Fabrikation ohne weiteres aus gleichem Material mitgeformt werden. Die Form der Sinkkasten ist in der Regel eine cylindrische, bei einem lichten Durchmesser von 0,50 m. Als Anschlussleitung an die Canäle genügen 15 cm weite Thonröhren; nur bei Sinkkasten grösserer Construction sind für die Ableitungsrohre grosse Röhren gerechtfertigt. Verschiedene Strasseneinlaufsysteme.

In neuester Zeit wird ein bei der Canalisation von Kaiserslautern zuerst verwendeter eiserner Strasseneinlauf in den Handel gebracht (Patent Bindewald & Teinturier), welcher mit Wasserspüleinrichtung im Anschluss an die Wasserleitung versehen ist. Er ist so construiert, dass die gröberen durch die Canäle nicht fortspülbaren Stoffe in einer Vorkammer, aus welcher sie leicht entfernt werden können, zur Ablagerung gelangen. Durch Aufdrehen des Strasseneinlauf mit Wasserspülung.

Verschlusshahnes der Wasserzuleitung, gewöhnlich nach Beseitigung der erwähnten Sinkstoffe, gelangt ein sehr kräftiger Wasserstrahl in das Sinkkasteninnere, spült dasselbe vollständig rein, füllt es und strömt nach dem Schliessen des Wasserleitungshahnes mit grosser Gewalt durch die Canalanschlussleitung, dieselbe gleichfalls völlig reinigend, nach dem Strassencanal. Die in diesen gelangende Wassermenge ist in der Regel gross genug um die zwischen zwei Rinneneinlässen liegende Canalstrecke wirksam zu durchspülen. Diese Spülwirkung erwies sich als so gross, dass in Kaiserslautern, dessen Canalisation keine Spülreservoire besitzt, von der Anbringung besonderer Spülvorrichtungen abgesehen werden konnte.

Geschiebesammler.

Wo uncanalisierte Gebiete nach canalisierten Strassen hin fallen, die von ersteren abfliessenden Wässer also durch Vermittelung der letzten Strasseneinläufe den Canälen übergeben werden müssen, ist es nothwendig, die Einläufe zu grösseren Sand und Schlammsammlern umzugestalten. Dies geschieht am Besten, durch Anlage von gemauerten bezw. betonierten runden oder rechteckigen Schächten. Beim Einfluss in dieselben vermindert sich die Geschwindigkeit des Wassers alsdann so beträchtlich, dass der mitgeführte Sand- und die gröberen Sinkstoffe zur Ablagerung gelangen, worauf der Wasserabfluss nach dem Canal unter Vermittelung eines Wasserverschlusses und ausreichend weiter Anschlussleitungen erfolgen kann. Sofern derartige Sandfänge das Zulaufwasser von grösseren Strassen und Fluthgräben oder von, vorübergehend viel Geschiebe führenden, Bachläufen aufzunehmen hat, ist es erforderlich, solche Sandfänge in grösserem Maassstabe auszuführen, damit sicher alle zugeschwemmten Sand-, und Geschiebetheile vor dem Eintritt in das Canalnetz zurückgehalten und dadurch letzteres vor Beschädigungen bewahrt wird. Derartige Anlagen werden mit dem Namen Geschiebesammler belegt. Sie sind am besten in offener Bauweise herzustellen und mit einer Einfriedigung zu versehen. Die Dimensionierung erfolgt nach dem Grundsatze, dass die Durchflussgeschwindigkeit in den Geschiebesammlern bei Hochwässern in der Regel nicht mehr als 0.50 m betragen soll. Die Geschiebesammler sind behufs Gewährleistung ihrer dauernden Wirksamkeit nach jedem grösseren Regenfall gründlich zu reinigen. Die grösseren Anlagen dieser Art sind zu diesem Zwecke mit Umlaufleitung, Grundablass und einzeln abnehmbaren Dammbalken zu versehen.

o) Pumpstationen.

Wann ist eine Pumpstation nothwendig?

Wenn die Ausmündung des Hauptableitungscanales eines Entwässerungsgebietes niedriger ist als die aufnehmende Fläche, sei es

diejenige eines Rieselfeldes, einer Kläranlage oder eines öffentlichen Gewässers, so muss das Canalwasser durch ein Pumpwerk künstlich gehoben werden. Das Gleiche ist, wie schon früher erwähnt, der Fall, wenn der Abfluss eines tiefliegenden Canalgebietes nach einer höher gelegenen Entwässerungszone zu überführen ist.

Vorrichtungen zur Zurückhaltung von Sink- u. Schwimmstoffen.

Der durch das Canalwasser mitgeführte Sand, sowie sonstige Sinkstoffe würden gleichwie die grösseren Schwimmkörper eine sehr rasche Abnutzung der Pumpentheile und vielfache Betriebsstörungen im Gefolge haben. Desshalb sind Vorrichtungen erforderlich, durch welche jene Stoffe von dem Eintritt in die Pumpen zurückgehalten werden.

Sandfang.

Für die Sinkstoffe geschieht dieses durch Sandfanganlagen. Eine solche Anlage besteht aus einem gegen das Canalprofil erweiterten und vertieften Becken parallelpipedischer, cylindrischer oder (mit der abgestumpften Spitze nach unten) kegelförmiger Gestalt. Die Weite der Sandfänge wird am zweckmässigsten nach der Annahme bemessen, dass die Durchflussgeschwindigkeit der maximalen Hauswassermenge 0.10—0.15 m in der Sekunde beträgt, bei welcher Geschwindigkeit schon ganz kleine Sandtheilchen zur Ablagerung kommen. Die Herausschaffung der im Sandfang befindlichen Sinkstoffe geschieht durch Ausbaggerung und zwar bei kleineren Anlagen mittelst Baggerschaufeln, bei grösseren durch besonders construierte Bagger. Derartige Sandfänge sind übrigens nicht allein für Pumpanlagen erforderlich, sondern auch oberhalb längerer Ableitungscanäle und vor solchen Hauptcanalstrecken am Platze, deren Gefälle aus örtlichen Gründen plötzlich verringert werden muss. Durch derartige Sandfänge werden die Canalablagerungen in den betreffenden Strecken ganz wesentlich vermindert. Die Reinigung der Sandfänge ist unter diesen Verhältnissen fast immer schneller und billiger vorzunehmen, als die Beseitigung der Sinkstoffe aus den Canälen. —

Gitter.

Die Zurückhaltung der für den Pumpbetrieb misslichen Schwimmstoffe geschieht durch Gitter oder Siebe. Hierbei kann, wie in Berlin, die Anordnung getroffen werden, dass der Sandfang durch ein Gitter in 2 Theile getheilt wird. In dem einen Theil bleiben dann die Sand- und die gröberen Schwebe- und Schwimmstoffe zurück, so dass die andere Hälfte des Sandfanges für die Aufstellung der Pumpensaugrohre Verwendung finden kann. Der freie Zwischenraum der Gitterstäbe beträgt hierbei 1.0—1.5 cm. Die Summe der freien Querschnitte wird 2—3 Mal so gross gewählt als der Querschnitt des zugehörigen Hauptcanales. Die Beseitigung der an den Gittern hängenden Schwimmstoffe erfolgt entweder durch Abschöpfen oder durch eine über die Gitter hinwegbewegte Rechenvorrichtung.

Bei ganz grossen Anlagen werden die Vorrichtungen für die Zurückhaltung der Schwimmstoffe vom Sandfange getrennt und erfahren dann eine sorgfältige Durchbildung. Es werden beispielsweise feststehende Gitter mit automatisch wirkenden Rechen (Patent Queva), bewegliche Siebe und Siebtrommeln in Anwendung gebracht. Es geschieht dies besonders bei den Anlagen zur Klärung städtischen Canalwassers und wird hierauf bei der Beschreibung derselben nochmals zurückgekommen werden.

Beseitigung der Sandfang- und Siebrückstände.

Die Rückstände der Sandfänge und der sonstigen Abfangvorrichtungen sind als Abfallstoffe zu betrachten, welche Infectionskeime enthalten können und desshalb einer geordneten Abfuhr zu unterwerfen. Sie eignen sich zur Compostdüngerbereitung. Falls Sand aus den Sandfängen zur Mörtelbereitung oder zu Wegverbesserungen verwendet werden soll, ist er vorher entweder gründlich zu waschen, oder doch einer längeren Lagerung, etwa 1 Jahr lang, zu unterziehen. Durch Verbrennung der abgesiebten Stoffe, in besonderen Verbrennungsöfen, wie dies bei der Canalisation von München geplant ist, oder in Gemeinschaft mit dem Kehricht, dürfte für die unschädliche Beseitigung derselben überall da, wo sich einer einfachen landwirthschaftlichen Verwerthung als Dünger örtliche Schwierigkeiten in den Weg stellen, wohl am besten gesorgt sein.

Mit Rücksicht hierauf erscheint es auch durchaus nicht unrationell oder hygienisch bedenklich, wenn geeignet gelegene grössere Pumpstationen zu centralen Vertilgungsstätten städtischer Abfallstoffe dadurch gemacht werden, dass mit ihnen die Kehrichtverbrennungsanlagen vereinigt werden. Die durch die Kehrichtverbrennung gewonnene Dampfkraft könnte hierbei sehr wohl zum Pumpbetriebe herangezogen und in manchen Fällen sogar hierzu als ausreichend befunden werden.

Hauptregenauslass.

In der Regel wird mit der Sandfanganlage ein Hauptregenauslass verbunden. Auch in hygienischer Hinsicht ist jene als empfehlenswerthe Abgangsstelle für einen Regenauslass zu betrachten, weil hierbei am besten dem Uebertreten von Sink- und Schwimmstoffen in die Flüsse durch die Regenauslässe vorgebeugt wird. Mit Rücksicht hierauf ist desshalb auch sehr darauf zu achten, dass der Regenauslasscanal hinter der Siebanlage abzweigt.

Anordnung der Pumpe.

Die Pumpen werden gewöhnlich so angeordnet, dass eine, oder eine Anzahl gleich construierter Pumpen den mittleren Trockenwetterzulauf bewältigen sollen, während Reservepumpen gleicher Art für die Bewältigung der Maximalhauswassermenge und zum aushilfsweisen Eingreifen bereit stehen. Zum Fortpumpen der durch Regenwasser vermehrten Canalwassermenge wird entweder die Zahl der letztge-

nannten Pumpen noch weiter vermehrt oder besondere Einzelpumpen mit erhöhter Leistungsfähigkeit aufgestellt.

Entsprechend den Erörterungen bei dem Kapitel Regenauslässe sind die Pumpen mindestens auf die zweifache mittlere Menge des Trockenwetterzuflusses einzurichten und müssen je nach den Verhältnissen des aufnehmenden Flusses bei manchen Anlagen im Stande sein, selbst das sechs- und mehrfache des gewöhnlichen Canalwasserzuflusses zu bewältigen. Gewöhnlich kann als grösste zu pumpende Wassermenge die 2—2,4 fache Maximalhauswassermenge angenommen werden. Die für die Annahme des Wasserverdünnungsverhältnisses bei Regenauslässen maassgebenden Grundsätze haben auch hier Platz zu greifen.

Bei stärkeren Regenfällen kommt fast die gesammte ursprüngliche Canalwassermenge durch diese Regenauslässe zum Ausfluss. Es hat daher thatsächlich nur einen Scheinwerth, wenn schliesslich an der Pumpstation ein kleiner Theil des durch die Regenauslässe bereits in überwiegender Menge den Flüssen übergebenen Canalinhaltes behufs seiner Reinigung fortgepumpt (bezw. fortgeleitet) wird, obwohl dasselbe den gleichen Verdünnungsgrad aufweist, der beim Abfluss durch die Regenauslässe als unschädlich betrachtet wurde. Mit Rücksicht hierauf können daher bei stärkeren Regenfällen die Pumpen ausser Thätigkeit gesetzt, sofern es sich nicht um ein Höherpumpen behufs Gewinnung von Vorfluth handelt. Zu Hochwasserzeiten des aufnehmenden Flusslaufes kann man sich desshalb auch bei solchen Regenfällen, welche das nach sorgfältigen Erwägungen als unschädlich zu bezeichnende Verdünungsverhältniss herbeiführen, damit begnügen, anstatt das Canal- und Regenwasser etwa nach Rieselfeldern oder Kläranlagen zu pumpen (oder zu leiten) nach dem Flusse überzupumpen. Man hat dadurch den weiteren technischen Vortheil, dass an Stelle der normalen, nicht selten sehr grossen Druckhöhe der geringere Höhenunterschied zwischen Canal- und Flusswasserspiegel tritt, wodurch jede Pumpe an sich leistungsfähiger wird.

Betrieb der Pumpanlagen.

Um die Druckhöhe und dadurch die Pumpkosten thunlichst zu vermindern, würde es zweckmässig sein, den Canalwasserstand nicht allzutief abzupumpen. Allein es ist damit der Nachtheil verbunden, dass in dem Sammelcanale leicht Ablagerungen entstehen und man bei plötzlichen starken Regenfällen des durch den nutzbaren Inhalt der Canäle zur Verfügung stehenden Ausgleichsraumes verlustig geht, falls wegen Hochwasser die Regenauslässe geschlossen sind. Mit Hülfe der genannten Ausgleichsräume können kurze, über die Leistungsfähigkeit der Pumpen sonst hinausgehende Regengüsse trotzdem be-

wältigt werden, weil das Abpumpen auf längere Zeit vertheilt werden kann. Auf den Unterwasserstand in den Pumpstationen ist daher sorgfältig zu achten und jedenfalls dann möglichst tief abzupumpen, wenn bei geschlossenen Regenauslässen Gewitter im Anzuge sind.

Constructionsweise der Pumpen.

Für grosse Druckhöhen werden zweckmässig nach dem Berliner Vorbilde wagrecht liegende Dampfpumpen benutzt, deren Saug- und Druckventile rechteckige, mit Lederdichtung versehene Kappen besitzen. Für Wassermengen mittelgrosser Entwässerungsgebiete sind auch liegende oder stehende durch Dampfkraft betriebene Pumpen mit Kugelventilen geeignet. Bei weniger grossen Druckhöhen haben sich Kreiselpumpen (Breslau) bewährt. Für Höhenunterschiede von wenigen m werden vielfach auch Centrifugalpumpen gewählt.

Kraft- und Dampferzeuger.

Für die Reserve- und Regenpumpen verdient in vielen Fällen der Gasmotorenbetrieb den Vorzug vor dem Dampfbetrieb, weil ein Gasmotor ohne weiteres in Betrieb gesetzt werden kann und daher jederzeit ein sofortiges Eingreifen der Reserve- etc. Pumpen ermöglicht ist. Wo grosse Dampfkesselanlagen für den Pumpbetrieb nöthig sind, kann eine plötzlich erforderliche höhere Leistung dadurch erreicht werden, dass die Hubgrösse und die Hubanzahl schnell wechselfähig und behufs schneller Erzeugung der nöthigen Dampfmengen ein Theil der Dampfkessel als Siederohre eingerichtet werden.

Betriebskosten.

Ueber die Betriebskosten der Pumpstationen können hier nur allgemein orientierende Angaben gemacht werden. In Berlin entfielen in den ausgebauten Radialsystemen IV und V auf den Betrieb der Pumpstation an personellen und sachlichen Kosten in 1891/92 durchschnittlich 36 Pf. auf den Kopf der Bevölkerung jährlich, welcher Satz in Radialsystem III bis auf 1 M. stieg. Die durchschnittlichen Betriebskosten beliefen sich auf 46 Pf. auf den Kopf und das Jahr, oder etwas mehr als 1,1 Pf. auf das cbm der geförderten Jahresmenge. — In Breslau entfallen auf den Kopf der Bevölkerung nur 13 Pf. jährlich. — Bei zu überwindenden Höhenunterschieden, welche nicht über 20 m hinausgehen, und bei Entfernungen der Rieselfelder von nicht über 20 km wird man die Berliner Mittelzahl als maassgebend für die durchschnittlichen Pumpkosten annehmen dürfen.

π) Wahl der Baumaterialien.

In Betracht kommende Materialien.

Für die Herstellung der Canäle kommen als Material hauptsächlich Steingut, Cementbeton, Backsteinmauerwerk, Hau- und Bruchsteine sowie Eisen in Betracht. Zunächst muss betont werden, dass für eine städtische Canalisation nur die jeweils beste Qualität dieser Materialien bei vorzüglichster Ausführung zur Verwendung kommen sollte.

Steingut.

Steingut (Steinzeug, auch kurzweg gebrannter Thon genannt) eignet sich unbestritten ganz besonders für Canalbauten.

Die Steinzeugmaterialien werden fabrikmässig in der Weise hergestellt, dass sie aus plastischem, kalkfreien gut durchgearbeitetem Thon unter Zugabe von Chamottepulver geformt, bis zur Sinterung gebrannt werden und hierbei eine Glasur erhalten. Die beste Glasur wird erzeugt durch Einstreuen von Salz in den Ofen, wobei die sich bildenden Chlornatriumdämpfe auf der Oberfläche der Steingutgegenstände eine Natriumsilikatverbindung erzeugen. Herstellung des Steinguts.

Steingut besitzt eine grosse Härte und Glätte, ist unempfindlich gegen ätzende Flüssigkeiten (Säuren und Alkalien) und hält einen ziemlich bedeutenden inneren Druck aus. Jedoch ist das Material, wenn damit Röhren in grösseren Dimensionen, etwa über 0,6 m im Durchmesser ausgeführt werden, gegen äusseren Druck und Stoss infolge der verhältnissmässig geringen Wandstärken nicht so widerstandsfähig als andere Baumaterialien. Eigenschaften des Steinguts.

Gewöhnlich gelangen desshalb Steinzeugröhren von den kleinsten Dimensionen an nur bis zu 60 cm Weite zur Anwendung. Hierbei wird meist das kreisförmige Profil gewählt, weil die eiförmigen Steinzeugröhren im Vergleich zu den Cementbetonröhren zu theuer sind und weniger gleichmässig in der Form werden. Vielfach werden auch die Sohlstücke bei gemauerten Canälen aus Steingut hergestellt. Dieselben haben, so vorzüglich sie in anderer Hinsicht sind, den Nachtheil der leichteren Zerbrechlichkeit gegenüber den Massivsohlstücken und eignen sich nur für guten trockenen Boden. Auch muss die Verbindung unter einander mit sehr grosser Sorgfalt erfolgen, weil die einzelnen Stücke selten vollständig genau aneinander passen. Man hat desshalb neuerdings Steinzeugschalen zur Anwendung gebracht, welche Mauerwerk oder Beton als Unterlage erhalten. Diese Schalen sind auch für Verbesserung der Sohlen älterer Canäle sehr geeignet. Zur besseren Verbindung mit dem Mauerwerk werden sie an der unteren Seite häufig mit Rippen versehen. Anwendung.

Zum Zweck ihrer Verbindung sind die Thonröhren auf je einem Ende mit Muffen versehen. Der nach Ineinanderfügen der Rohre in den Muffen verbleibende Raum (Dichtungsraum) wird zunächst durch Theerstricke vom Canalinnern abgedichtet und hierauf mit gut durchgearbeitetem plastischem Thon fest ausgefüllt. Gewöhnlich wird alsdann die ganze Muffe noch äusserlich rings herum mit einem kräftigen Thonwulst von 5—8 cm Dicke eingehüllt. Da die Thonmasse in nassem Boden nach und nach aufgelöst werden kann, auch Verbindung der Thonröhren untereinander.

nicht den nöthigen Widerstand gegen das Heraustreiben der Muffenausfüllung bei innerem Druck leistet, sowie das Eindringen von Wurzelfasern u. s. w. nicht verhindern kann, so ist man vielfach mit Erfolg dazu übergegangen, die Thonwulstumhüllung durch einen Cementmörtelwulst zu ersetzen. Derselbe erhält eine Stärke von etwa 5—6 cm und erstreckt sich je 8—12 cm nach beiden Seiten der Muffenkante.

Ein Ausfüllen der Muffen mit einem durch Hitze flüssig gemachten Gemisch von Asphalt und Pech in der Art wie die Eisenrohrmuffen mit Blei ausgegossen werden, ergiebt nach Versuchen des Verfassers eine sehr gut elastische Fugendichtung, deren zur Zeit noch wenig übliche Anwendung nur empfohlen werdeu kann. Ein äusserer Wulst kann bei dieser Dichtungsart wegbleiben.

Die Verfugung der Stösse bei den Steingutsohlschalen erfolgt durch Cement.

Cementbeton.

Herstellung des Betons.

Der Cementbeton ist nicht nur ein sehr gutes, sondern auch vielenorts billiges Baumaterial, weil die zur Betonmischung erforderlichen Stoffe, Sand und Kies oder Schotter und Steinschlag fast überall vorkommen und die Portlandcementfabrikation sich immer mehr vervollkommnet hat, ohne dass die Cemente theurer geworden wären. Die Canalprofile, soweit sie nicht begehbar sind, werden in den Cementfabriken durch Schlagen des Betons in eisernen Formen in sehr sorgfältiger Weise hergestellt. Grössere Canäle können in der Baugrube selbst auf Holz- und Eisenformen gestampft werden. Das Mischungsverhältniss des Betons von Cement zu Sand und Kiesmaterial wird bei Röhren gewöhnlich 1:6—1:8, bei grösseren in der Baugrube hergestellten Betoncanälen 1:10—1:12 gewählt.

Mischung des Innenputzes und des Fugungsmörtels.

Da Versuche in der königlichen Prüfungsanstalt zu Charlottenburg gezeigt haben, dass eine Mischung von 1 Theil Cement und 1 Theil Sand so grosse Härte erhält, dass hierfür die Abnutzung ebenso gering wird als bei Klinkern, so empfiehlt es sich, diese Mischung bei der Fabrikation der Cementbetonröhren nächst der Sohle derart anzuwenden, dass die Innenwand bis $^1/_6$ der lichten Höhe von der Sohle an aus einem etwa den vierten Theil der Wandstärke einnehmenden Streifen dieser Mischung besteht. Auch für den inneren Verputz oder Ueberzug sowie etwaige Ausfugungen sollte durchweg das Mischungsverhältniss 1:1 angenommen werden. Derartig hergestellte Betoncanäle genügen allen an die Dauerhaftigkeit und Festigkeit zu stellenden Anforderungen. Nur dort, wo die Canalwässer mehr als $1^0/_{00}$ an ätzenden Flüssigkeiten enthalten, ist ein

schädlicher Angriff auf den Beton zu fürchten. Durch die gewöhnlichen, Fäcalien haltenden, Hauswässer ist jedoch eine Zerstörung des Canales selbst in den kleinsten Strassencanälen ausgeschlossen, da die Canalflüssigkeit daselbst schon ausreichend verdünnt und neutralisiert ist. Für die Hausableitungscanäle empfiehlt sich immerhin die Verwendung von Cementröhren weniger (wenigstens für die unter 20 cm betragenden Profilweiten), da die in diese Canäle etwa hineingelangenden Stoffe, wie industrielle Abwässer, säurehaltige Flüssigkeiten vom Putzen der Kupfergeschirre, Laugen, ammoniakalische Stoffe u. s. w. noch nicht so stark verdünnt sind. Dass die Gefahren, welche ätzende Flüssigkeiten für den Bestand der Cementrohrcanäle bilden, in Wirklichkeit nur unter ganz besonderen Verhältnissen eintreten und von manchen Seiten sehr übertrieben werden, geht daraus hervor, dass nach Untersuchungen in älteren Londoner Canälen guter Cement als widerstandsfähiger zu erachten ist, als Backsteine, und dass nach den Erfahrungen des Verfassers die für Canalbauten sehr häufig verwendeten Maschinenverblendziegel viel rascherer Abnutzung unterworfen sind, als ihre aus Mörtel gut hergestellten Fugen. Neuere Untersuchungen haben aber ergeben, dass die vorhin empfohlene Mischung 1:1 auch gegen Säuren u. s. w. im Vergleich zu anderen Mischungen die meiste Widerstandskraft besitzt.

Haltbarkeit der Betoncanäle.

Für Industriestädte mag es sich immerhin bei den nicht begehbaren Canälen empfehlen, von der Verwendung von Cementbeton aus ganz besonderer Vorsicht abzusehen, obwohl man auch bei anderen Materialien schon mit Rücksicht auf die Erhaltung des Fugen- und Dichtungsmaterials das Einleiten stark ätzender Flüssigkeiten verbieten und eine vorherige Neutralisierung verlangen muss.

Die Aneinanderfügung der Cementbetonröhren erfolgt durch Falze, welche mit Cement gedichtet und zur grösseren Sicherheit, besonders bei den kleineren Profilen, nach aussen hin ringsum mit Cementmörtelwulsten umgeben werden.

Backsteinmauerwerk.

Aus Backsteinmauerwerk werden in der Regel die begehbaren Canäle hergestellt. Es sind hierzu, namentlich für die Innenwände, nur ganz hart gebrannte Backsteine von vollkommener Form und glatten Sichtflächen zu verwenden. Wenn Backsteine für die Herstellung der Sohle benützt werden, so sind nur ganz harte Klinkersteine zu wählen. Es ist ganz entschieden zu empfehlen, dass das Canalmauerwerk nicht in dem üblichen Gewölbeverband hergestellt, sondern in einzelnen Ringen aufgemauert werde, weil dadurch im

Art der Verwendung u. Mauerung.

Innern eines jeden Canalmauerwerks mindestens eine durchlaufende Mörtelhülle erzeugt wird. Dieselbe ist für die Dichtigkeit der gemauerten Canäle desshalb von hervorragender Bedeutung, weil erfahrungsmässig die Mörtelfugen selten dicht schliessend hergestellt werden und das Wasser sich längs derselben einen Weg bahnt. Auch ist festgestellt worden, dass die durch die Poren der Backsteine durchsickernde geringe Wassermenge sich um reichlich das Zehnfache vermindert, wenn zwischen zwei Backsteinen eine Cementmörtelschicht eingebracht ist. — Es ist desshalb sehr zu widerrathen, Backsteincanäle einringig herzustellen, weil sie kaum wasserdicht werden. Oberhalb des Widerlagers kann dagegen bei den kleinsten begehbaren Profilen ohne hygienische und technische Bedenken einringig gemauert werden.

Es ist wichtig die Aufmauerung der Canäle so vorzunehmen, dass der äussere Mauerring dem inneren stets um einige Schichten voraus ist, bis das Widerlager erreicht wird, weil dadurch die Möglichkeit vorliegt, die Steine des inneren Ringes recht satt in Mörtel zu versetzen, wobei letzterer die Zwischenfuge der beiden Ringe mit Sicherheit vollständig ausfüllt. Bei den weniger grossen gemauerten Canalprofilen sowie bei den Schächten müssen Formsteine (Keil- und Kaminformsteine) zur Anwendung kommen. Je nach dem Krümmungsverhältniss sind dieselben sowohl einheitlich als auch abwechselnd mit Normalsteinen zu vermauern.

Verfugen.

Auf das Verfugen der Canalbacksteinmauern ist ausserordentliche Sorgfalt zu verwenden. Die Fugflächen sind vollständig glatt und mit den Backsteinen eine Ebene bildend herzustellen. Wo es nicht angängig ist, wie bei den Gewölben und bei grösseren Canälen, die Verfugungen sofort an dem noch frischen Mauerwerk vorzunehmen, wobei der noch feuchte Mörtel aus den Fugen leicht ausgekratzt wird, müssen die Fugen vorher besonders sorgfältig auf eine Tiefe von mindestens 2 cm durch Auskratzen und Reinigeu mit Bürsten zur Aufnahme des Ausfugematerials vorbereitet werden. Das Ausfugen und Glätten der Fugen selbst geschieht mit sogenannten Fug- und Glätteisen.

Cementverputz.

In Gegenden, wo es an geeigneten, also besonders sorgfältig auf maschinellem Wege hergestellten Backsteinen von guter Härte und tadellosem Lehmmaterial fehlt, ist es als zulässig zu erachten, wenn die Canäle aus gewöhnlichen Backsteinen hergestellt und mit einem sorgfältig ausgeführten, gut abgeglätteten, 2—3 cm starken Cementverputz (Mischung 1:1—1:$1^1/_2$) versehen werden. Dabei empfiehlt es sich aber weniger gut begehbare Canäle, also die Profile von 1—1,2 m Höhe, aus fabrikmässig hergestellten Cementbetonrohren zu bauen.

Als Mauermörtel sollte zu gemauerten Canälen entweder guter Portlandcementmörtel 1:3, sogen. verlängerter Cementmörtel (bestehend aus 1 Theil Cement, 1 Theil hydraulischem Kalk, 5—6 Theilen reinem scharfkörnigen Sand) oder guter Trassmörtel je nach den örtlichen Verhältnissen zur Verwendung gelangen. Als Ausfugmasse ist stets Cementmörtelmischung von 1 Theil Cement und 1 Theil feinkörnigem Sand zu wählen. Mörtel.

Die seitlichen Einlassstücke werden auch in den gemauerten Canälen entweder aus Steinzeug oder Cementbeton hergestellt.

Hau- und Bruchsteine.

Wo der Preis der Hau- und Bruchsteine mit dem der übrigen Baumaterialien erfolgreich concurriert, ist gegen die völlige Herstellung der Canäle aus diesem Material nichts einzuwenden. Hausteine aus sehr hartem Material können, wenn die als Canalinnenflächen dienenden Seiten glatt bearbeitet und regelmässige Formen hergestellt werden, gleichwie Klinkersteine, unmittelbar zum Canalbau verwendet werden. Weichere Werksteine sind aber wie gewöhnliche Backsteine mit einem guten, glatten Cementverputz zu versehen. Mit derselben Einschränkung können auch nur die gewöhnlichen Bruchsteine zu Canalbauten verwendet werden. Brauchbarkeit.

Zur Verwendung für einzelne Canaltheile eignen sich dagegen die besonders widerstandsfähigen und harten Hausteine, wie feinkörniger Granit, Gneis, Sandstein der härtesten Sorten, Basaltlava und Hausteine ähnlicher Art ganz vorzüglich. Als solche Canaltheile sind anzuführen die Sohlstücke, die Sohlenübergänge der Canalverbindungen und Canalschächte, sowie die Steine, auf welchen Schieber und Spülthüren aufruhen bezw. verankert sind, Stufentritte und endlich die obersten Theile der Canalschächte (20—30 cm hoch) auf welchen die eisernen Deckelrahmen aufruhen. Insbesonders ist die Herstellung der Sohltheile aus natürlichen Steinen von grösserer Härte, als Cement und Backsteinmaterialien besitzen, sehr zu empfehlen, da die am meisten der Abnutzung unterliegenden Canalsohlen die sorgfältigste Herstellung bedingen. Verwendungsort.

Eisen.

Guss- und Schmiedeeisen werden als Röhren zu Canalbauten verwendet. Gusseisen ist bei allen unter dauerndem oder doch zeitweise starkem Druck stehenden Canalleitungen, sowie bei oberirdischen oder solchen Leitungen zu verwenden, welche geringe Erddeckung haben und äusseren Stössen und starken Belastungen ausgesetzt sind. Verhältnisse, bei welchen Eisenrohre gewählt werden sollen.

Gusseisenröhren sind also besonders zur Ausführung von Canaldruckrohrleitungen, auch bei Bauten in schlechtem Boden und hauptsächlich bei den Hausleitungen anzuwenden. Schmiedeeisenrohre werden in der Regel nur bei Dükeranlagen angewendet.

Wandstärke.

Die Eisenrohrcanäle, und zwar schmiedeeiserne noch mehr als gusseiserne, sind dem Angriff durch Rosten ausgesetzt. Man sollte sich daher stets bei ihrer Anwendung vergegenwärtigen, dass mit der grösseren Wanddicke ihre Dauer erheblich wächst und bei solchen Canälen, deren Reparatur und Wiederherstellung mit unverhältnissmässigen Kosten verknüpft sein würde, ja nicht zu geringe Wandstärken anwenden.

Schutz gegen Rost.

Es ist selbstverständlich, dass die Eisenmaterialien ebenso wie die Wasserleitungen sorgfältig durch Theeranstrich, Firniss u. s. w. gegen Rost zu schützen sind.

Rohrverbindungen.

Die Verbindung erfolgt bei den Gusseisenröhren durch Muffen mit Theerstrick- und Bleiausfüllung, bei den Schmiedeeisenröhren durch Flanschenverschraubung oder Vernietung. Die Ausfüllung der Muffen durch Theerstrick geschieht vermittelst der sogenannten Strickeisen, durch welche der Strick auf etwa halbe Muffentiefe eingetrieben wird. Wenn dies geschehen, wird die Muffe mittelst eines dicken, mit Thon umschmierten Stricks durch Anlegen verschlossen und oben eine Oeffnung zum Eingiessen des flüssigen Bleies gelassen. Bei kleineren Röhren kann an Stelle dieses Abdämmstrickes (Dammstrick) auch eine Eisenschablone treten, welche aus einem mit Gelenk versehenen Ring besteht und nach Anlegung an die Muffe durch Thon abgedichtet wird. Nach Ausgiessen der Muffe wird das Blei durch Stemmeisen fest eingetrieben und hierbei die aus der Muffe noch verstehende Bleimasse glatt abgetrieben.

Anwendung bei Einzelcanaltheilen.

Für Einzelconstructionstheile der Canalisation finden Guss- und Schmiedeeisen ausgedehnte Anwendung. Insbesonders wird das Eisen verwendet zu Schacht- und Ventilationsabdeckungen, Schiebern, Spülthüren, Sinkkasten, Steigeisen u. s. w.

Sonstige Materialien.

Für Canalleitungen kommen ausserdem noch in Betracht die Asphalt- und die Monierröhren.

Asphaltröhren.

Asphaltröhren würden sich zu Canalbauten in der Regel wohl eignen, da sie durch das Canalwasser unbeeinflusst bleiben und ziemlich ansehnlichen äusseren und inneren Druck aushalten. Indess sind sie theurer als Thon- und Cementrohre, wenn auch billiger als Eisenrohre. Desshalb und weil es nur wenige leistungsfähige Bezugsquellen für diese Röhren giebt, werden sie selten angewendet.

Die patentierten Monierröhren, ein Geflecht aus starken Eisendrähten, mit Cement umhüllt, können als Cementrohre mit zwei- und mehrfacher Eisengeflechteinlage bezeichnet werden und werden neuerdings vielfach empfohlen. Verfasser kann zu deren Verwendung für Canalbauten nicht rathen, da es nach manchen Beobachtungen den Anschein hat, als ob bei diesen Röhren das Canalwasser leicht durch Haarrisse und Poren bis zur Eiseneinlage dringe, dieselbe zum Rosten bringe und dadurch Zerstörungen bewirke. Auch scheinen Abblätterungen der Cementumhüllung leicht dann einzutreten, wenn infolge nicht ganz besonders sorgfältiger Herstellung die Eiseneinlage sehr nahe an den Canalwänden liegt. Jedenfalls dürfte, solange nicht gesicherte Erfahrungen über die Bewährung der Monierbauweise zu Wasserbauten vorliegen, an die Frage der Verwendung von Monierröhren zu Entwässerungscanälen nur mit Vorsicht heranzutreten sein. Monierröhren.

Zur Abführung von Grund- und Sickerwasser, worüber in den Capiteln „besondere Aufgaben der Canalisation“ „Rieselfelder“ noch die Rede sein wird, dienen hauptsächlich die bekannten Drainröhren. Es sind dies meist 30 cm lange gebrannte Thonröhren ohne Glasur, welche stumpf aneinander gereiht werden, so dass durch die hierdurch gebildeten Zwischenräume das Wasser in die Leitung eintreten kann. Gute Drainröhren sollen aus gleichmässiger kalkfreier Thonmischung hergestellt, gar gebrannt und frei von Rissen sein, einen gleichmässig runden Querschnitt und der Länge nach geradlinige Form besitzen. Drainröhren.

. Eignung der verschiedenen Baumaterialien zur Herstellung dichter Canäle.

Mit sämmtlichen genannten Materialien ist es möglich so dichte Canäle herzustellen, dass irgend welche hygienische Bedenken gegen deren Anwendung nicht Platz greifen können. Wohl schwitzen ja, wie der technische Ausdruck lautet, selbst bei vorzüglichster Ausführung Beton und Backsteinmauerwerk Wasser vom Canalinnern her aus, wie Versuche an neuen Materialien ergeben haben. Allein gleichwie ein Filter solange es nicht übersättigt ist, nahezu keimfreie Flüssigkeit liefert, bei längerem Betriebe dagegen sich verstopft, so ist auch eine gute Filterwirkung der Canalwandungen gerade bei neuen Canälen, wenn noch mehr Wasser durchschwitzt, als vorhanden anzunehmen. Ebenso ist festgestellt, dass sich die Poren in kurzer Zeit vollständig verstopfen. Mit Rücksicht hierauf und auf den weiteren Umstand, dass es sich nur um geringe Mengen austretenden Wassers handelt, kann von einer schädlichen Bodenverunreinigung bei gut Dichtigkeit der Beton- und gemauerten Canäle.

ausgeführten Backstein- oder Betoncanälen keine Rede sein. Thatsächlich haben auch Aufgrabungen an älteren, sicher mit weniger Vorsicht als unsere heutigen Anlagen ausgeführten Canälen entweder gar keine oder nur unwesentliche Bodenverunreinigungen ergeben.

Selbst die Verwendung stark poröser Backsteine hat auf die Dichtigkeit der Canäle kaum einen ungünstigen Einfluss, sofern die bereits früher erwähnte durchlaufende Mörtelschichte zwischen innerem und äusserem Ring sorgfältig hergestellt wird. Die Dichtigkeit der Canalsohlen wird durch die Verwendung der nur wenige Fugen aufweisenden Sohlsteine, welche ausserdem nicht selten eine Mauerschicht- oder Betonunterlage erhalten, ohnehin gesichert.

Dichtigkeit der Thon- und Eisenröhren.

Thon- und Eisenröhren sind als vollkommen dicht zu bezeichnen, falls die Verbindungsstellen sorgfältig gedichtet werden, was keine Schwierigkeiten hat. Es ist bei neuen Rohrcanälen durchführbar und empfehlenswerth, sie auf ihre Dichtigkeit durch Wasserdruck zu prüfen, ehe die Baugruben eingefüllt werden.

Allgemeine Regeln über die Anwendung der einzelnen Materialien.

Unter Berücksichtigung aller Umstände ergeben sich für die Anwendung der einzelnen Baumaterialien folgende Hauptgrundsätze:

Steingutröhren.

Wo mit Industriewässern zu rechnen ist, sind für die Strassencanäle, so weit sie nicht begehbar sind, in erster Linie Steingutröhren zu verwenden. Aus finanziellen und praktischen Gründen sind hierbei runde Profile zu wählen.

Cementröhren.

In allen anderen Fällen können auch Cementröhren an Stelle der Thonröhren treten. Die Eiform ist hierbei dem Kreisprofil vorzuziehen. Eine Kombination in der Verwendung beider Materialien in der Weise, dass die kleinen Strassencanäle (30/20, 37^5/25, 30/30, 35/35) aus Steingut, die grösseren im Maximum 60 cm. bez. bei Eiform bis zu 75 cm Höhe) aus Cementbeton bestehen, sowie die ausschliessliche Anwendung von Steingutröhren in Fabrikstrassen oder -Bezirken ist zulässig und angemessen. Gewöhnlich ist man berechtigt, bei Beantwortung der Frage, ob für die Strassencanäle Cement oder Steinzeug zu verwenden ist, den finanziellen Rücksichten einen entscheidenden Einfluss einzuräumen.

Backsteinmauerwerk.

Die begehbaren Canäle sind in der Regel am Besten aus Backsteinmauerwerk herzustellen. Für den inneren Mauerring sind besonders hart gebrannte glatte Backsteine und zwar für Sohle und Seitenwände thunlichst Klinker zu verwenden. Grundsätzlich sollten Sohlsteine und zwar aus härtesten Werksteinen zur Anwendung

kommen. Wo diese Anordnung zu kostspielig werden würde, sind Cementsohlstücke oder Klinker zu benutzen, welch letztere gewöhnlich auf Formstücken (Blöcken) aus Beton oder Ziegelmauerwerk ruhen.

Wo die Materialpreise die Verwendung von Stampf-Betoncanälen vortheilhaft erscheinen lassen, kann dies mindestens bei grösseren Profilen ohne Bedenken geschehen. Für kleinere Profile von 1 m bis 1,5 m Höhe ist es gewöhnlich zweckmässiger die Betoncanäle aus einzelnen, fabrikmässig hergestellten ganzen oder theilweisen Profilstücken herzustellen, weil hierbei nicht gewartet zu werden braucht, bis der Beton genügend erhärtet ist, um das Zuwerfen der Baugruben vornehmen zu können. Dies ist für Strassen wichtig, in welchen jede Verkehrsstörung besonders unangenehm empfunden wird. Betonmauerwerk.

Betreffs der Verwendung von Eisenröhren wird auf das bereits Gesagte verwiesen.

ϱ) Die Hausentwässerungen.

Die Hausentwässerungsanlagen oder kurzweg die Hauscanalisationen sind ein hochwichtiger Theil einer jeden allgemeinen Canalisierung. Durch sie sollen alle auf den Grundstücken erzeugten Abwässer in geordneter Weise schnellstens den Strassencanälen zugeführt werden, ohne dass irgend welche Verunreiniguug der Luft, des Bodens und Wassers hierbei stattfindet. Fehler, welche bei der Anlage oder der Unterhaltung der Hauscanalisationen gemacht werden und eintreten, sind um so bedenklicher, weil sie sich in ihren Folgen unmittelbarer geltend machen, als bei den Strassencanälen. Eine undichte Stelle des Grundcanales kann z. B. die Ursache einer andauernden Ansammlung der Keime von den in dem betreffenden Hause auftretenden Infectionskrankheiten werden. Eine andere Undichtigkeit kann die Hausmauern in schädlicher Weise durchfeuchten oder uns dauernd des Genusses reiner Athmungsluft in unseren Wohnungen berauben. Die Beschaffenheit der Hausentwässerungsanlagen ist daher von grossem Einfluss auf die gesundheitlichen Verhältnisse. Ihre hohe gesundheitliche Wichtigkeit.

Bei den Entwässerungsanlagen zu beobachtende Grundsätze.

Die erste Anforderung, der die Hauscanäle genügen müssen, ist diejenige ihrer absoluten Dichtigkeit von der jeweiligen Einlaufstelle im Hause bis zum Strassencanal. Stets sind die kürzesten Wege zu nehmen um das vorhandene, meist nur geringe absolute Gefälle von den Bodeneinläufen bis zur Einmündungsstelle nach Dichtigkeit. Gefällsausnützung.

Möglichkeit auszunutzen und so die Abfallstoffe auf die schnellste und sicherste Weise aus dem Bereich des Hausgrundstückes zu bringen.

Rohrdimensionen. Die Rohrdimensionen sind der abzuführenden Wassermengen entsprechend zu wählen. Zu grosse Profile sind wegen der leichter eintretenden Ablagerungen, zu kleine wegen der unzureichenden Leistungsfähigkeit zu vermeiden.

Berechnung der Hauscanäle. Die für die Berechnung der Hauscanäle in Betracht zu ziehenden Regenmengen müssen mindestens denjenigen entsprechen, welche für ein ha in der ersten Zeile der auf Seite 276 befindlichen Abflusstabelle angegeben sind. Da es sich aber meist um verhältnissmässig recht kleine Entwässerungsgebiete handelt, so empfiehlt es sich diese Zahlen noch um 50% höher anzunehmen.

Normale Lichtweiten. Die lichte Weite der Hauptleitungen soll in der Regel 15 cm betragen, die Weite der Seitencanäle $12^1/_2$ und 10 cm. Für Regenfallrohre sind gewöhnlich 10 cm Weite anzunehmen, während Balkonabfallröhren bis zu 4 cm Durchmesser erhalten können. Letztere Weite ist überhaupt als unterste Grenze für Fallröhren von einzelnen Ausgussbecken, Badewannen und ähnlichen Einläufen zu wählen. Für Küchenfallröhren wird eine lichte Rohrweite von 8 cm gewöhnlich für am passendsten erachtet. Die vertikalen Fallrohre der Spülaborte sollen 10—14, im Mittel 12 cm weit sein.

Wasserverschluss und Lüftung. Unterhalb eines jeden Wassereinlaufs ist ein Wasserverschluss (Syphon) anzuordnen. Kein Rohrstrang sollte todt endigen, sondern stets über Dach behufs Lüftung verlängert werden. Nie sollten in einer Hausleitung Rohrstrecken vorkommen, in welchen stagnierende Luftsäulen vorhanden sind (beispielsweise unventilierte Strecken zwischen zwei Wasserverschlüssen).

Revisionsstellen. Vor dem Austritt der Haupthauscanäle aus den Grundstücken sind dieselben mit einer zugänglichen Revisionsstelle (Revisionsschacht, Inspectionsgrube) versehen, durch welche der Canal zwar ohne Unterbrechung und geschlossen hindurchgeht, aber daselbst durch Abheben eines angeschraubten oder sonstwie befestigten Deckelstückes geöffnet werden kann.

Legung der Hauscanäle ausserhalb der Häuser. Bei freistehenden Häusern ist es zweckmässig die Canalröhren in das unbebaute Grundstück hineinzulegen, bei geschlossener Bauweise müssen nothgedrungen die Hauscanäle durch die Keller gelegt werden.

Anwendung von Eisenröhren. Als sicherste und solideste Hausleitungen sind Eisenrohre mit Bleidichtungen zu empfehlen. Bei Leitungen über dem Boden ist thunlichst immer Eisen anzuwenden, jedenfalls im Gebäudeinnern.

Bei Fallröhren ausserhalb der Gebäude kann auch Zink, inner-

halb derselben Blei zur Anwendung kommen. Hauscanäle, welche unterirdisch liegen und soviel Ueberdeckung haben (im Minimum etwa 0.50 m), dass sie vor äusserem Druck und Stössen genügend gesichert sind, können aus Steinzeugröhren hergestellt werden. Zink- und Bleiröhren. Steingutröhren.

Bei dem Durchgange der Hauscanäle durch Hausmauern dürfen jene auf keinen Fall eingemauert werden. Jedes Durchgangsrohr ist vielmehr allseitig mit Thon- oder feinem Füllsand zu umgeben, so dass sowohl durch das Setzen der Gebäudemauern die Rohrleitung nicht geschädigt werden kann, als auch ein nachträgliches schwaches Setzen der Rohrleitungen ohne einen Rohrbruch herbeizuführen möglich ist. Die durch Mauern gehenden Canalstrecken werden am Besten aus Eisen hergestellt. Durch Mauern gehende Leitungen.

Jede Einmündung eines Rohrstranges in einen anderen muss unter spitzem Winkel erfolgen. Alle Fallröhren mit Ausnahme der Regenfallröhren sollten im Innern des Hauses angeordnet werden, damit sie nicht so leicht einfrieren. Auf Sicherung gegen Frost ist überhaupt grosse Rücksicht zu nehmen. Hierbei ist betreffs der nicht in den Häusern liegenden Leitungen zu beachten, dass die Röhren eine Deckung von wenigstens 1 m erhalten sollen und die Wasserspiegel der freiliegenden Einläufe wenigstens 70 cm unter der Erdoberfläche liegen. Im Innern der Gebäude ist dafür zu sorgen, dass Wasserverschlüsse und thunlichst auch die Fallrohrleitungen von kalten Aussenwänden abgerückt werden. Einmündungen. Fallröhren im Hausinnern. Sicherung gegen Frost.

Sämmtliche Wassereinläufe sind mit solchen Vorrichtungen, Siebe, Gitter, Sandfänge etc., zu versehen, dass alle diejenigen Stoffe, welche den Canälen nicht übergeben werden dürfen und der Abfuhr zuzuweisen sind, zurückgehalten werden. Zurückhaltung nicht abschwemmbarer Stoffe.

Jedes zu entwässernde Grundstück muss mit ausreichendem Spülwasser versehen sein. Insbesonders ist zu verlangen, dass jeder Einlauf unmittelbar aus einem Zapfhahn mit Wasser bespült werden kann. Der Anschluss eines jeden Grundstücks an die centrale städtische Wasserleitung sollte daher als unerlässliche Bedingung für die Ausführung einer Hauscanalisation zu gelten haben. Spülung.

Die Closetabfallstoffe aufnehmenden Rohrstränge sind stets als Hauptleitungen anzusehen, in welche durch seitliche Abzweigstücke thunlichst die anderen Abwasserleitungen einzuführen sind. Alle Rohrleitungen sollten, nachdem die Abwässer einmal einen ausreichenden Wasserverschluss, sowie die zur Zurückhaltung der Abfuhrstoffe dienenden Vorrichtungen (Sinkkasten, Sand- und Fettfänge) durchflossen haben, ohne jede weitere Unterbrechung nach dem Allgemeine Anordnung der Leitungen.

Strassencanal geführt werden. Nie sollte hierbei ein Profil in ein engeres übergehen.

Rückstau-gefahr. Bei allen Hauscanalanlagen ist der Gefahr des Austretens von Canalwasser in entwässerte tiefgelegene Räume besondere Beachtung zu schenken und wo nöthig Hochwasserverschlüsse (s. später) einzuschalten.

Einleiten heissen Wassers. Das Einleiten grösserer Mengen heissen Wassers und zwar von etwa 40° C. an ist zu verbieten. Dasselbe ist vorher abzukühlen, weil es die Zersetzung des Canalinhalts fördert und übelriechende Canalgase dadurch entstehen können. Durch sehr heisses Wasser können auch Canalschädigungen entstehen.

Beseitigung alter Einrichtungen. Alte Schlamm- und Sandfänge, sowie alle alten und undichten, für die weitere Verwendung nicht mehr brauchbaren Canäle sind gelegentlich der Neucanalisierung eines Hauses vollständig zu beseitigen und die verbleibenden Hohlräume mit einem Grund auszufüllen. Wo die Beseitigung eines Canales auf besondere Schwierigkeiten stösst, ist derselbe mit reinem Wasser oder besser mit Kalkmilch kräftig auszuspülen und an beiden Enden zu vermauern.

Vorsichtsmaassregeln bei Aufgrabungen. Besonderes Gewicht ist, gleichwie übrigens auch bei Strassencanälen, darauf zu legen, dass beim Ausgraben der Baugrube für die Canäle etwa sich ergebender verunreinigter und verjauchter Grund sofort abgefahren und an dessen Stelle reiner Grund eingefüllt wird. Lässt sich die zeitweise Lagerung solchen Aushubs auf Höfen oder Strassen nicht vermeiden, so ist der Grund durch reichliche Bespritzung mit Kalkmilch oder auch durch Mischung mit vorhandenem guten Grunde zu desinficieren. Ebenso sind alte, durch Aufbrüche gewonnene Baumaterialien, sofern sie nicht sofort wieder verwendet werden, alsbald von der Baustelle zu entfernen und weiterhin mit Vorsicht zu behandeln. Die Lagerstellen derartiger Erde und Baumaterialien in Häusern, Höfen und Strassen, sind sorgfältig zu reinigen und wo angängig abzuspülen.

Einzelne Theile der Hausentwässerungsanlagen.

Die einzelnen Theile einer Hausentwässerungsanlage umfassen die Vorrichtungen zur Aufnahme der Abwässer und Fäcalien, solche zur Abhaltung von Wasser und Luft aus den Canälen, sowie zur sachgemässen Lüftung derselben, und endlich Vorrichtungen, welche eine dauernde Ueberwachung und Beseitigung etwaiger Verstopfungen ermöglichen. Ferner wären noch diejenigen Apparate zu erwähnen, welche behufs der Spülung der Hauscanalisationen in Anwendung sind.

Die gesundheitlich wichtigsten Aufnahmevorrichtungen, die Water-closets, sind bereits auf Seite 159 ff. des Näheren beschrieben, ebenso auf Seite 166 die Pissoirs, während die Aufnahmevorrichtungen für das Schmutzwasser auf Seite 169 nur ganz im Allgemeinen besprochen wurden. Es erübrigt also noch ein näheres Eingehen auf diese. Hinweis auf Water-closets und Pissoirs.

Die Hofsinkkasten, Hofeinläufe (Gullies), welche die Einläufe für das von den nicht überbauten Grundstückflächen ablaufende Regen- sowie das sich beim Abspülen des Hofes und sonstiger Räume ergebende Abwasser bilden, sind in ihrer Construction den bereits beschriebenen Strasseneinläufen nahezu gleich. Wie viele der letzteren besitzen sie ein Einlaufgitter und einen Eimer zur Ablagerung vom Schutzwasser mitgeführter Sinkstoffe. Ebenso schützt vor dem Austreten der Canalgase ein Wasserverschluss, welcher gewöhnlich durch den nach oben gekrümmten und aussen sitzenden Auslauf gebildet wird. Die Hofsinkkasten können aus Eisen oder Steinzeug hergestellt werden. Ihr Querschnitt ist am zweckmässigsten kreisrund. Die lichte Weite wechselt von 25—50 und beträgt gewöhnlich 30 cm. Die Hofsinkkasten.

Zur Abführung von Abwässern aus überdachten Räumen dienen gewöhnlich viereckige eiserne Sinkkasten mit hängenden oder stehenden Eimern zur Sammlung der Sinkstoffe. Der Wasserverschluss wird gleichfalls meist durch das gebogene Auslaufrohr bewirkt. Diese Sinkkasten haben Einlaufgitter mit trichterförmigem, in den Wasserspiegel hereinreichendem Ansatzstück, wodurch die von oben sichtbare und ausdünstende Wasserfläche auf das geringste Maass beschränkt wird. Die Gesammthöhe dieser Sinkkasten kann, weil in den bedeckten Räumen die Gefahr des Einfrierens nicht zu berücksichtigen ist, im Vergleich zu dem Hofsinkkasten sehr gering gehalten werden. Sie beträgt gewöhnlich nur 0,3—0,5 m. Sinkkasten in überdachten Räumen.

Die Ableitung der Küchenwässer geschieht in der Art, dass in den Küchen dasselbe den sogenannten Wassersteinen oder Küchenausgüssen (Schüttsteine, Spülbecken) übergeben wird. Diese bestehen aus einem Becken von Stein, emailliertem Eisen, auch von Steingut und Fayence, welches an der Wand befestigt ist. Der Boden desselben enthält an seinem tiefsten Punkt ein festes Sieb, durch welches die Abwässer zunächst in einem Syphonwasserverschluss und dann durch eine kurze Seitenrohrleitung in das Küchenfallrohr gelangen. Da Küchenwässer gewöhnlich viel Fett- und Sandbestandtheile führen, durch welche die Hauscanäle sehr leicht verstopft werden, so kommen neuerdings vielfach am Fusse der Fallrohre auch nächst den Wassersteinen die sogenannten Sand- und Fettfänge Ableitung der Küchenwässer Wassersteine. Sand- und Fettfänge.

zur Verwendung. Dieselben sind wie die Sinkkasten construiert. Die Anordnung ist bei ihnen grundsätzlich derart, dass die Abflussöffnung möglichst weit unterhalb des Wasserspiegels sich befindet, so dass das leichtere Fett, welches obenauf schwimmt, im Fettfang zurückgehalten wird. Das Wasser kommt also stets unterhalb des Eimers, in welchem sich die schweren Sandtheile niederschlagen, zum Abfluss. Desshalb hat das bei Fettfängen meistens verwendete Hängegefäss, welches als Eimer dient, von seinem oberen Rande für das vom Fallrohr kommende Wasser offene Schlitze, durch die dasselbe in den unteren Raum des Fett- und Sandfanges eintreten kann. Damit das Fett hierbei oder beim Herausheben des Eimers nicht durch die Schlitze treten kann, ist auf den Rand jeden Eimers ein Trichter aufzulegen, dessen Wände unter die Schlitzöffnungen in den Eimer hinabreichen, so dass das Fett im Trichterraum zur gesicherten Ansammlung kommt. Die Fett- und Sandfänge sollten möglichst nahe an die Fallrohre herangerückt werden, da sich sonst in den Zuflussleitungen Verstopfungen bilden können.

Regenwasserableitung.

Das Regenwasser kann überall da, wo die Dachmündung der Regenfallröhren wenigstens 2—3 m von den Fenstern bewohnter Räume abliegt, unmittelbar an die Canäle der unterirdischen Rohrleitungen angeschlossen werden. Bei geringerer Entfernung müssen am Fusse der Regenfallrohre Wasserverschlüsse angeordnet werden. Dieselben könnten zwar als einfache syphonförmige Krümmungen der Rohrleitungen, mit nach oben abzweigendem Putzrohr (Putzsyphons) angelegt werden. Da aber von den Dächern der Häuser Russ, Bedachungstrümmer, Steine, Laub und, wenn Dachräume bewohnt sind, vielfach auch Brauchwässer durch das Regenfallrohr gelangen, so empfiehlt es sich, diese Wasserverschlüsse gleich als Sandfänge auszubilden. Dieselben erhalten dann eine den Hofsinkkasten und Fettfängen ähnliche Construction und werden mit Eimern, in denen sich die Sinkstoffe sammeln, sowie Laub u. s. w. zurückgehalten wird, versehen. Die Eimer sind leicht herausnehmbar und diese Vorrichtungen, welche die Namen Regenrohrgeruchverschlüsse, Regenrohrsandfänge, Regenrohrwasserverschlüsse führen, dadurch unschwer zu reinigen. Da Erfahrungen vorliegen, dass sich ohne derartige Verschlüsse die Regenrohrcanäle nach und nach mit einer aus Russ, Flugstaub und Fasern bestehenden Masse vollständig zusetzen, so sind dieselben in manchen Städten obligatorisch eingeführt.

Putzsyphons.

Regenrohrsandfänge.

Die Wasserverschlüsse.

Die Abhaltung der Canalluft geschieht durch die Wasserverschlüsse. Dieselben bestehen im Wesentlichen in einer kurzen ∽-Biegung der Ablaufröhren, wodurch vor dieser Biegung das

Abwasser in der Fallröhre dauernd auf eine solche Höhe ansteigt. dass es über der Biegung zum Abfluss gelangen kann. Dadurch wird ein syphonförmiger Wasserverschluss gebildet, durch den der Luft der abwärts gelegenen Fallrohrstrecke der Weg verschlossen wird. Die Höhe der Wasserverschlüsse sollte in allen Leitungen, welche mit den Fallröhren in unmittelbarer Verbindung stehen, mindestens 4 cm betragen, während die Wasserverschlüsse bei Hofsinkkasten, Sand- und Fettfängen u. s. w. 10—15 cm hoch anzunehmen sind. Bei den niedrigen eisernen Sinkkasten genügen in der Regel die für den Anschluss an die Fallröhren angegebenen Maasse.

In den Syphons der Ausgussbecken sammeln sich sehr leicht Schmutzstoffe an, welche von Zeit zu Zeit zu entfernen sind. Zu diesem Behufe sind an der unteren Biegung dieser Wasserverschlüsse Putzschrauben angeordnet, welche zwecks Vornahme der Reinigung gelöst werden können. (Putzsyphons.)

Sicherung der Wasserverschlüsse.

Da die Wasserverschlüsse infolge ihrer Construction als Heber wirken können, wenn bei starkem Wassereinflusse die Rohrquerschnitte sich vollständig mit Wasser füllen, wodurch eine Entleerung der Verschlüsse stattfinden würde, so ist darauf zu sehen, dass der Anfangsquerschnitt im Wasserverschluss stets kleiner ist, als die Querschnitte an der Umbiegungsstelle und in den Fallrohren. Bei letzteren ist ein grösserer Querschnitt gegenüber den seitlichen Zuführungen überhaupt auch desshalb nöthig, weil bei volllaufenden Fallröhren oberhalb der abfliessenden Wassersäule ein Absaugen, unterhalb derselben eine Luftspannung eintritt, durch deren Wirkungen einestheils die Wasserverschlüsse ausgesaugt und anderentheils durch die gepresste Luft durchbrochen würden. Diese Vorgänge werden durch eine Entlüftung (der höchsten Stellen sämmtlicher Wasserverschlussbiegungen), am besten nach einem besonderen Luftrohr, völlig unmöglich gemacht, wesshalb eine solche Lüftungs-Anordnung besonders empfehlenswerth ist.

Lüftung der Fallröhren.

Unbedingt nothwendig ist dagegen eine ausreichende Lüftung der Fallröhren selbst und damit der gesammten Hauscanalisation. Es ist hierüber bereits bei der allgemeinen Besprechung über die Lüftung von Canalanlagen das Erforderliche gesagt worden. Im Einzelnen ist zu betonen, dass die Lüftungsrohre möglichst senkrecht und ohne Krümmung über das Dach hinauszuführen sind und dass ausnahmsweise nur solche Fallrohre ungelüftet bleiben können, welche kurze Seitenleitungen besitzen und nur Einläufe eines Geschosses aufzunehmen haben. Die Höhe des Wasserverschlusses sollte hierbei aber auf wenigstens 10 cm festgesetzt werden. —

Die Hochwasserverschlüsse.

Wenn Keller oder sonstige tiefgelegene Räume entweder unmittelbar an Strassencanäle oder an den Hausentwässerungsstrang angeschlossen sind, jedoch sich die Höhenlage des Ablaufes unter der Hochwasserlinie des aufnehmenden Canales befindet, so muss dicht hinter dem betreffenden Einlauf ein Hochwasserverschluss, auch Rückstauverschluss oder Rückstauschieber genannt, in die Seitenleitung eingeschaltet werden. Ein solcher Verschluss besteht gewöhnlich aus einem vollständig dichten Schieber, welcher durch eine Kurbel bedient werden kann. Der Schieber muss gewöhnlich geschlossen sein, so dass bei starkem Regen das sich stauende Canalwasser den Weg nach dem tiefgelegenen Einlauf vollständig gesperrt vorfindet. Der Schieber darf nur geöffnet werden, wenn aus dem zu entwässernden Raum Wasser abfliessen soll. Während eines grösseren Regenfalles kann natürlich eine mit Hochwasserverschluss versehene Abflussleitung zu Entwässerungszwecken nicht benützt werden. An Stelle der Schieber können auch einfache Gas- oder Wasserleitungs-Durchgangshähne verwendet werden. — Bei einer derartigen Anlage ist das Eindringen von Canalwasser in die Kellerräume thatsächlich unmöglich, sofern nur die Rohrleitungen und der Rückstauverschluss vollständig dicht sind, was leicht zu erreichen ist. Ein Offenstehenlassen des Verschlusses ist natürlich gleichbedeutend mit dem Fehlen eines solchen. Der Anschauung der meisten Laien, dass die Rückstauschieber erst bei herannahenden Regenfällen zu schliessen seien, ist um so mehr zu widersprechen, als es bei Nacht bei verschlossenen Kellern unmöglich ist, zur rechten Zeit die Schieber zu schliessen.

Selbstthätige Verschlüsse.

Es giebt auch selbstthätige Rückstauklappen, Schwimmkugeln u. s. w., welche bei sich einstellendem Wasserdruck in den Canälen ohne Weiteres die Zweigleitung abschliessen und so dem Wasser den Austritt aus den dazu gehörigen Einläufen verwehren. Allein es ist bis jetzt keine Construction bekannt, welche bei Schmutzwasserleitungen mit Sicherheit arbeitet, weil durch Sinkstoffe und andere im Canalwasser mitgeführte Gegenstände der dichte Verschluss im entscheidenden Augenblicke behindert werden kann. Für Reinwasserabflüsse sind diese selbstthätigen Apparate aber brauchbar.

Das Einschalten von Rückstauschiebern in die Hauptleitungen hat gar keinen Zweck, weil sie stets geöffnet gehalten werden müssen, um das Hauswasser nicht am Abfluss zu hindern. Trotzdem wird dieser Fehler hie und da begangen. Auch von dem Einschalten

Rückstauklappen.

selbstthätiger Rückstauklappen in die Hauptleitungen kommt man mit Recht immer mehr ab. Derartige Klappen hindern die Ventila-

tion, in gewissem Grade auch den Abfluss und können zur Ursache von Ablagerungen und selbst von Verstopfungen werden, ohne dass sie bei Regenfällen einen wirksamen Schutz gegen das Eindringen von Canalwasser durch tiefliegende Einläufe gewähren: letzteres desshalb, weil im günstigsten Fall wohl das Wasser des Strassencanales vom Hauptstrang abgeschlossen ist, aber gleichzeitig das Hausabwasser, meist einschliesslich des von Höfen und Dächern ablaufenden Regenwassers, am Abfluss nach dem Canal verhindert wird, so dass diese Wässer nothgedrungen ihren Weg durch die tiefgelegenen Einläufe nehmen müssen. Nur da können diese Rückstauklappen von Nutzen sein, wo schon durch die Vornahme von Spülungen bei Trockenwetter Rückstau in die Hauscanäle eintreten würde, weil das Hauswasser allein während der kurzen Spülungszeit wohl hinter der Stauklappe in der Hauscanalleitung so viel Raum zur Ansammlung finden kann, dass ein Austreten durch die tieferliegenden Einläufe ausgeschlossen ist. Jedoch sind auch hierfür die in den seitlichen Leitungen angeordneten Hochwasserschieber bei verständiger Bedienung als zweckmässiger zu erachten.

Revisionsschächte. Als Vorrichtungen, welche zur Ueberwachung der ganzen Anlage und behufs Ermöglichung der Beseitigung von Verstopfungen dienen, sind die in den „Hauptgrundsätzen" beschriebenen Revisionsschächte mit Spundstücken zu benutzen. Ausser dieser Hauptrevisions- und Reinigungsöffnung sind bei sehr langen Leitungen in Abständen von etwa 40—60 m noch weitere Revisionsschächte anzulegen. An ihrer Stelle können auch bei sichtbaren Leitungen, sowie an einzelnen Punkten der unterirdischen Leitungen, einfache senkrechte oder, was vorzuziehen ist, schräge Rohrabzweige angeordnet werden, welche mit einem angeschraubten Blindflanschdeckel geschlossen sind. Bei den letztgenannten Leitungen ist das Abzweigrohr bis zur Oberfläche zu verlängern, mit Blindflansche abzuschliessen und mit einer Schutzkappe abzudecken.

Reinigungsvorrichtungen. Die Reinigung von Hausleitungen und die Beseitigung von Verstopfungen derselben erfolgt mittelst starker Wasserdurchspülung und wo diese nicht ausreicht, durch Durchziehen von zusammengebundenen spanischen Rohren oder auch leicht biegsamen und doch widerstandsfähigen Spiraldrahtseilen, an deren Ende verschiedene Reinigungswerkzeuge befestigt werden können.

Spülvorkehrungen. Besondere Apparate für Spülung der Hausentwässerungscanäle sind gewöhnlich unnöthig. Die in dieselben gelangenden Brauchwassermengen, sowie die durch die Spülbehälter der Closets erzeugten Canalspülungen genügen meist für den ungestörten Betrieb. Nur

bei sehr langen Leitungen, ungünstigen Gefällen und bei Abwässern, welche verhältnissmässig viel fremde Gegenstände mitführen, sind besondere Spüleinrichtungen gerechtfertigt und nothwendig. Einfache Kippgefässe und Heberspüler eignen sich für Hausentwässerungen am Besten von den früher beschriebenen Spülapparaten.

Eine etwa alljährlich einmal vorzunehmende Durchspülung aller Hausentwässerungsstränge mit reichlichen, am Geeignetsten unter Vermittlung von Gummischläuchen von dem nächsten öffentlichen Hydranten herbeigeholten Wassermengen, ist zu empfehlen. Es ist zweckmässig, diese Spülungen durch hierauf eingeübte Mannschaften der Canalisationswerke auf Kosten des Besitzers ausführen zu lassen.

Behördliche Ueberwachung der Ausführung und des Betriebes der Hausentwässerungsanlagen.

Ortspolizeiliche Bestimmungen.

Behufs Herbeiführung eines gesundheitstechnisch guten Zustandes der Hausentwässerungen sind ortspolizeiliche Bestimmungen (Polizeiverordnung, Ortsstatut) aufzustellen. Aus diesen soll die Verpflichtung zur Instandsetzung bezw. zum Neubau der Hausentwässerungen nach Maassgabe eines bestimmten Programms, etwa im Anschluss an den Neubau, Umbau oder die Revision der Entwässerungsanlagen einer Stadt, hervorgehen. Die gesundheitstechnischen Anforderungen sind hierbei nach den im Vorhergehenden erläuterten Grundsätzen aufzustellen. Die Verpflichtungen des einzelnen Grundbesitzers sowohl als der Gemeinde sind hierbei genau zu regeln. Es ist dabei festzuhalten, dass die Anschlusscanäle auf den Strassen auf Kosten der Besitzer Seitens der Gemeinden herzustellen sind. Es ist ferner die Bestimmung zu treffen, dass keine Entwässerungsanlage ausgeführt werden darf, ohne dass an der Hand eines genauen Planes eine baupolizeiliche Genehmigung nachgesucht worden ist. Stets sollte ein Zwang zur Ausführung technisch richtiger Hausentwässerungsanlagen und Einführung von Waterclosets in der Weise ausgeübt werden, dass bis zu einer gewissen, zur Vermeidung von Härten reichlich bemessenen Frist alle Grundstücke mit den Canalisationseinrichtungen im Anschluss an die Schwemmcanalisation versehen sein müssen. Wohl wird auch ohne Zwang meist die Erfahrung gemacht, dass nach und nach die Häuser systematisch canalisiert werden, weil die Erkenntniss von der Zweckmässigkeit einer sachgemässen Hausentwässerung mit Verwendung von Waterclosets angesichts der neuen Einrichtungen sich immer mehr Bahn bricht. Trotzdem ist der obligatorische Anschluss unbedingt vorzuziehen, da es nur hierdurch

Obligatorischer Hausanschluss.

gelingt, eine gleichmässige Art der Ausführung, eine einheitlich durchgeführte gesundheitstechnische Ueberwachung, eine geordnete Aufeinanderfolge der Strassenaufgrabungen für die Anschlusscanäle und damit eine möglichst geringe Belästigung des Strassenverkehrs zu erreichen. Ausserdem finden sich für derartig organisierte und dadurch betreffs Zeit und Umfang bestimmte technische Arbeiten leichter leistungsfähige und solide Unternehmer, was für kleinere Orte, welche nicht über geeignete Fachleute verfügen, von besonderem Belang ist. Endlich wird durch die obligatorische Hauscanalisation verhütet, dass nicht, wie es so leicht vorzukommen pflegt, ältere und gänzlich unbrauchbare Hausentwässerungsanlagen in ganz unvollkommener Weise repariert und zum Schaden der betreffenden Häuser Anlagen geschaffen werden, welche bei der späteren Revision oft als bestehende Anlagen nothgedrungen milder beurtheilt und belassen werden müssen.

Baupolizeiliche Ueberwachung der Hausentwässerungsarbeiten.

Keine Hauscanalisation, auch nicht die geringste bauliche Veränderung, sollte ohne vorherige Anzeige in Angriff genommen werden dürfen. Die baupolizeiliche Ueberwachung der Hausentwässerungsarbeiten hat durch technisch gebildete Revisionsbeamte zu erfolgen. Kein Entwässerungsstrang darf zugefüllt werden, ehe nicht eine Besichtigung und Prüfung desselben vorgenommen worden ist. Die Prüfung der Canäle auf Wasserdichtigkeit sollte stets unbedingt bei denjenigen Leitungen vorgenommen werden, welche Schmutzwasser und Closetabgänge führen. Zu diesem Zweck sind die im Gefälle liegenden Leitungen durch Wasserdruckprobe zu prüfen. Wo diese Probe (Füllen der Leitung mit Wasser bis zu einem Ueberdruck von 1—2 m) Schwierigkeiten macht, kann die zur Prüfung der Dichtigkeit der Fallrohre zu benutzende Rauch- oder die Geruchsprobe auch für die Gefällsleitungen angewendet werden. Für die Rauchprobe ist eine kleine Kohlenfeuerung nebst Gebläse erforderlich. Durch letzteres wird in die abzuschliessende Leitung der Rauch in dieselbe gedrückt. Undichtigkeiten zeigen sich hierbei sehr deutlich. Auch unwirksame Wasserverschlüsse werden dadurch entdeckt. Bei der Geruchsprobe wird Pfeffermünzöl unter Nachgiessen von heissem Wasser an dem obersten Punkt der zu prüfenden Leitung eingebracht. An etwaigen Undichtigkeiten macht sich dann der durchdringende eigenartige Geruch des Oeles deutlich bemerkbar. (Die Prüfung der Canalleitung mit Wasserfüllung wird beispielsweise in Mainz und Wiesbaden angewendet, ohne dass sich dabei praktische Schwierigkeiten ergeben hätten.)

Abnahme der Anlagen

Keine Anlage darf in dauernde Benutzung genommen werden, bis durch eine Schlussrevision die gesammte Entwässerung als

vor ihrer Inbetriebsetzung.

vorschriftsmässig und betriebsfähig befunden worden ist. Die Bestimmung der diesbezüglichen Wiesbadener Polizeiverordnung, wonach kein neuerbautes oder einer grösseren baulichen Veränderung unterworfenes Haus bezogen werden darf, bevor die vorschriftsmässige Ausführung der sämmtlichen gesundheitstechnischen Anlagen festgestellt und bescheinigt worden ist, kann als vorzügliche hygienische Maassnahme zur allgemeinen Einführung nur dringend empfohlen werden.

Es ist rathsam, bei jeder Abnahme eine gründliche Durchspülung aller Rohrstränge anzuordnen, damit auf diese Weise alle während der Bauarbeiten in die Rohre etwa hineingelangten Stoffe, welche zu Verstopfungen Anlass geben könnten, hinweggeschwemmt werden.

Ueberwachung des Betriebes.

Ebenso wichtig wie die polizeiliche Ueberwachung der Ausführung der Hausentwässerungen ist diejenige des Betriebes. Es ist durch zeitweise Revisionen streng darauf zu achten, dass die Wassereinläufe von den Grundstücksbesitzern und Wohnungsinhabern stets reinlich gehalten werden, dass die Wasserzuführungs- und Spülungsvorrichtungen in gutem Stande und sämmtliche Wasserverschlüsse mit Wasser ausreichend versehen sind. Wasserverschlüsse von Einläufen, die seltener benützt werden, sowie diejenigen in leerstehenden Wohnungen, sind von Zeit zu Zeit mit reinem Wasser nachzufüllen. Ferner überzeuge man sich, dass die Hochwasserschieber und sonstigen besonderen Entwässerungsgegenstände ordnungsgemäss bedient werden. Ein besonderes Augenmerk ist darauf zu richten, dass die Ablagerungen in den Hofsinkkasten, sowie Sand- und Fettfängen regelmässig entfernt werden. (Vergl. Seite 210 und 211.)

Amtliche Nachprüfungen auf Dichtigkeit.

Da die Erfahrung beweist, dass mit der Zeit durch Setzungen, Einwirkungen der Temperatur und andere Verhältnisse in den Rohrleitungen Undichtigkeiten entstehen können, so ist eine zeitweise amtliche Prüfung auf Dichtigkeit aller Canalrohrstränge, wenngleich dieselbe bis jetzt wohl in keiner Stadt in geregelter Weise durchgeführt wird, als eine wichtige hygienische Forderung zu bezeichnen. Allermindestens alle 10 Jahre sollte für jedes Haus eine gründliche Prüfung der Dichtigkeit aller unter- und oberirdischen Hauscanalleitungen stattfinden. Mit Hilfe der Inspectionsschächte oder sonstiger Revisionsstellen lassen sich solche Prüfungen ohne allzugrosse Mühe vornehmen, und wenn selbst bei constatierter Undichtigkeit der Grundleitungen in dem einen oder anderen Grundstück behufs Reparatur Aufgrabungen stattfinden müssten, so können die mit solchen nothwendigen Arbeiten verbundenen Kosten und etwaigen Unannehmlichkeiten selbstredend keinen Grund gegen die Vornahme

dieser Revisionen abgeben. Die Kosten der Revisionen selbst fallen nicht ins Gewicht, da erst bei Städten über 60 000 Einwohnern mehr als die Kraft eines technischen Beamten und eines Hilfsaufsehers beansprucht wird.

Gesundheitsaufseher.

Abgesehen von der letztgenannten Prüfung wird in grösseren Städten die Ueberwachung des Betriebs der Hauscanalisationen sehr zweckmässig von sogenannten Gesundheitsaufsehern, welche die gesammten hygienischen Einrichtungen der Grundstücke zu überwachen haben, mitversehen. Die Anstellung von Gesundheitsaufsehern ist eine ursprünglich englische Einrichtung, mit welcher nach dem Beispiele Berlins in allen grösseren Städten Deutschlands vorgegangen werden sollte.

Kosten der Hauscanalisation.

Vergleichung mit den Kosten der Hauscanalisationen bei Abfuhr der Fäcalien.

Die Canalisationsanlagen eines mit der Schwemmcanalisation verbundenen Hauses verursachen im Ganzen genommen bei Neubauten keine grösseren Auslagen, als wenn an Stelle der Waterclosets irgend ein Abfuhrsystem zur Anlage gelangen würde. Denn die Schmutzwasser müssen bei einer geordneten Anlage unter allen Umständen unterirdisch abgeleitet werden und auch die Regenwasser können in ansehnlichen Orten nur auf diese Weise zum Abfluss gebracht werden, wenn die Anlage in jeder Hinsicht befriedigen soll. Auch die Wasserzuführung in alle Stockwerke der Häuser wird nicht wegen des Schwemmcanalisationssystems allein erforderlich, sondern ist schon aus allgemeinen hygienischen und Nützlichkeitsgründen angezeigt. Es könnte sich also nur um die Mehrkosten der Waterclosets und deren Spülvorrichtungen nebst Wasserzuführung gegenüber anderen Abtrittssystemen handeln. Da aber die Waterclosetеinrichtungen mit engeren Fallröhren auskommen und da Grube oder Tonne wegfallen, so finden die Mehrkosten der eigentlichen Fäcalaufnahmestellen einen völligen Ausgleich.

Regel für ungefähre Ueberschlagskosten bei Neubauten.

Es kann behufs ungefährer überschläglicher Berechnung einer Hauscanalisation einschliesslich Strassencanalanschluss und aller Einlaufstellen, Fallröhren, Closets und sonstiger Anlagen, jedoch ohne die Installation von Badezimmern, unter der Voraussetzung gediegener aber nicht luxuriöser Ausführung die Regel angenommen werden, dass die Gesammtkosten für jedes qm Stockwerksfläche 1,0—2,0 M. oder im Mittel 1,5 M. betragen, wobei auch Keller und bewohnte Dachgeschosse als Stockwerke zu rechnen sind. Ausserdem ist hierbei vorausgesetzt, dass die Hofräume nicht von aussergewöhnlicher,

unverhältnissmässig lange Leitungen bedingender, Grösse sind. Beispielsweise würde die vollständige Canalisation eines mittelgrossen Wohnhauses von 16 m Frontlänge und 12,5 m Tiefe mit 3 Geschossen, Keller und unbewohntem Dachstock

$$16 \times 12{,}5 \times 4 \times 1{,}5 = 1200 \text{ M.}$$

kosten.

Bei Umänderungen der Hauscanalisation.

Bei Umänderungen von Canalisationen, wenn Fallröhren und Regenwasserleitungen bestehen bleiben können, ermässigt sich obige Summe um etwa ein Drittel. Für diese Arbeiten, welche besonders in Städten vorkommen, die eine Neucanalisation einführen, kann auch zur überschläglichen Kostenermittelung die Regel befolgt werden, dass die auf das laufende m neuer Canalleitungen ausgeschlagenen Gesammtkosten (einschliesslich neuer Closets, Syphons, Lüftung über Dach, Fett- und Sandfänge, Hofsinkkasten, Regenrohrsandfänge und Revisionsschacht) 10—16 oder im Mittel 13 M. erfahrungsgemäss betragen. Bei 5 m Anschlusscanal und 45 m Hauscanalleitungen, welche Längen bei Hauscanalumbauten häufig vorkommen, würden also die Kosten

$$50 \times 13 = 650 \text{ M.}$$

betragen. Thatsächlich wechseln dieselben in den Städten zwischen 300 und 1200 M, sofern es sich nicht um ganz grosse Grundstücke handelt.

ς) Besondere Aufgaben der Canalisation.

Senkung und Festlegung der Grundwasserstände.

Eintretende Nothwendigkeit der Grundwassersenkung.

In allen Städten und Ortschaften, deren Gebiet ganz oder theilweise unter so hohen Grundwasserständen leidet, dass die Herstellung trockener Keller bei gewöhnlicher Bauart nicht mehr möglich ist, hat die Canalisation auch die Aufgabe den Ortsuntergrund zu drainieren und somit den Grundwasserspiegel auf das durch die Tiefenlage der Canäle gegebene Maass zu senken. Die gleiche Aufgabe tritt an eine Canalisation heran, wenn die Grundwasserstände zeitweise so stark wechseln, dass deren höchste Stände eine gemeinschädliche Höhe erreichen.

Abführung des Grundwassers durch Kellerentwässerungen.

Durch Ausführung einer Canalisation, welche die Kellerentwässerung einer Stadt gestattet, ist an sich bereits die Möglichkeit gegeben, alle Keller durch Anordnung von Bodenabläufen bis zur Sohle grundwasserfrei zu halten. Es ist jedoch eine Grundwassersenkung nur bis zur Kellersohle im Allgemeinen nicht als ausreichend zu erachten. Vielmehr sollte der höchste Grundwasserstand allermindestens 0,25 m, besser noch 0,5 m unter Kellersohle sich

befinden. Derselbe muss deshalb durch andere Mittel so weit gesenkt werden. Dies wird erreicht entweder durch Einbettung der genügend tiefliegenden Canäle in durchlässiges Einfüllmaterial, also besonders in Sand und Kies. Dadurch wird eine drainierende Grundschichte hergestellt, in welcher das Grundwasser längs der Canalleitungen abfliesst.

Durch Umhüllung der Canäle mit durchlässigem Material.

In den meisten Fällen ist das Legen von Drainageröhren neben den Canälen vorzuziehen, und zwar nicht allein wegen der etwaigen geringeren Kosten, sondern auch wegen der grösseren Leistungsfähigkeit und Sicherheit für die Wasserabführung. Sohlstücke, in welchen Hohlräume gelassen sind, eignen sich als Drainageleitungen in der Regel nicht, da nicht nur das Abdichten der Verbindungsstellen dadurch erschwert wird, sondern auch bei guter Dichtung Verstopfungen der Drainageöffnungen eintreten und schliesslich, wenn nicht ein ausreichendes Kies- oder Steinfundament geschaffen wird, die sichere Fundierung der Canäle durch das unter ihrer Sohle fliessende Wasser beeinträchtigt werden kann.

Durch Drainröhren.

Wenn das Grundwasser, dem Lauf der Canäle folgend, schliesslich in Gebiete mit durchlässigen Schichten gelangt, welche bei ausreichend tief gelegenem Grundwasserspiegel genügend aufnahmefähig sind, so bedarf es einer besonderen Lösung der Frage, wohin man das Grundwasser zu führen hat, nicht. Im gegentheiligen Fall ist in erster Linie das Grundwasser nach den öffentlichen Wasserläufen zu leiten. Sind die Wege dahin zu lang und zu kostspielig, so bleibt nichts übrig, als es den Canälen zuzuführen, wobei aber die Einführung desselben in einer solchen Höhe zu geschehen hat, dass kein Eintritt von Canalwasser in den Untergrund stattfinden kann. Das Grundwasser ist hiernach in den Scheitel einzuleiten. Dies kann aber nur dann bewerkstelligt werden, wenn es auf eine so lange Strecke mit geringerem Gefälle, als dem Canalgefälle, in geschlossenen Röhren fortgeleitet wird, bis die Scheitelhöhe des Canales gewonnen ist. Die folgerichtige Ausführung derartiger Anlagen ist aber mit vielen Kosten und Schwierigkeiten verbunden, so dass man nicht selten lieber die ganze Canalisationsanlage so tief legt, dass die Canalhochwasserlinie mit dem gewünschten künftigen Grundwasserspiegel auf gleicher Höhe sich befindet, wodurch bei gemauerten Canälen an jedem beliebigen Ort, bei den Rohrcanälen zweckmässig an den Schächten, die Grundwassereinführung auf Höhe der Canalscheitel stattfinden kann.

Verbleib des des abgeführten Grundwassers. Ableitung nach anderen tiefgelegenen Grundwässern. Nach den öffentlichen Wasserläufen. In die Canäle.

Dieses Verfahren ist aber auch nur innerhalb gewisser Grenzen thunlich. Liegen die Verhältnisse so, dass die gebotene Tieferlegung der Canäle unverhältnissmässig hohe Mehrkosten erfordern würden, dass insbesondere bei einem etwaigen Pumpbetrieb die Zuleitung des

Grundwassers in die Canäle mit grösseren Betriebskosten und Schwierigkeiten für die weitere Behandlung der Canalwässer verbunden ist, so ist es vorzuziehen, unter allen Umständen das Grundwasser für sich in eigenen neben den Strassencanälen herziehenden Drainageleitungen nach der nächstliegenden natürlichen Vorfluth zu leiten, selbst wenn lange Rohrleitungen oder ein besonderes Ueberpumpen der Grundwässer nach der Vorfluth erforderlich wären. Kann letzteres in ohnedies nothwendigen Pumpstationen geschehen, so sind bei grösseren Entwässerungsanlagen selten Mehrausgaben gegenüber dem Einleiten des Grundwassers in die Canäle erforderlich, da die gewöhnlich höher (nach Rieselfeldern etc.) zu pumpende Schutzwassermenge um das Grundwasserquantum, welches nur auf das Niveau des nächsten offenen Wasserlaufes zu pumpen ist, verringert wird.

Abführung des Grundwassers durch besondere Drainageleitungen nach einer allenfalls künstlich zu schaffenden Vorfluth.

Ableitung nach Regenauslässen.

Mit Vortheil lassen sich vielfach die Grundwasserabflüsse den Regenauslässen zuweisen. Sie können daselbst bereits auf Sohlenhöhe ausmünden, weil ja die Regenauslässe gewöhnlich kein Schmutzwasser führen und auch während ihrer Betriebszeit nur verdünntes Schmutzwasser enthalten, so dass ein kurz andauerndes zeitweises Eindringen des Inhalts der Regenauslässe in den Boden denselben mit Schmutzstoffen nicht in schädlicher Weise belastet. Aus gleichem Grunde wird man deshalb auch das Einleiten von Grundwasser in die Canäle auf einem unter Scheitelhöhe gewählten Niveau nicht ohne Weiteres verwerfen können, sofern das Canalwasser erst bei grösserer Verdünnung des Hauswassers (etwa 7—15 fach) also nur zeitweise bei stärkeren Regenfällen durch die Grundwassereinmündungen in den Untergrund austreten kann.

Innerhalb des Einsickerungsgebietes von Wasserläufen ist es bei stark durchlässigem Untergrund zwecklos, Drainagen anzulegen. Dagegen vermögen bei geringerer Durchlässigkeit des Untergrundes die Drainagen die sonst nach den Hochwässern der Flüsse oft langandauernden hohen Grundwasserstände schnell wieder zu beseitigen. — Schliesslich ist noch der Thatsache zu gedenken, dass selbst ohne Fürsorge für eine geordnete Grundwasserableitung jede Canalisation eine gewisse Drainierung des Untergrundes bis zur Tiefe der Canalsohlen bewirkt, weil sich das Grundwasser längs der von gelockerten Erdschichten umgebenen Canalwände hinzieht.

Drainierung durch die Canäle an sich.

Grundwasserabführung aus den Privatgrundstücken.

In vielen Fällen reicht die durch eine Canalisation erzeugte Depression des Grundwasserspiegels nächst den Canälen nicht aus, um eine ausreichende Senkung desselben auch innerhalb der Grundstücke zu bewirken. Regelmässig trifft dies bei undurchlässigem Untergrund zu. Dann müssen die Drainagemassregeln in

gleicher Weise bis in das Grundstücksinnere fortgesetzt werden. Sind die Drainageleitungen von den Canälen vollständig getrennt und haben ihre von den Canälen unabhängige Vorfluth, so ist ein Wasserverschluss der Hausdrainage gegenüber der Strassenleitung selbstredend nicht erforderlich. Münden Strassendrainagen aber in die Schmutzwassercanäle ein, so ist zur Abhaltung von Canalluft die Einschaltung eines einfachen Wasserverschlusses in die Hausdrainage nöthig. Hierbei ist vom Wasserverschluss ab auf eine Entfernung von einigen Metern vor dem Haus an Stelle der durchlässigen Drainageleitung ein geschlossener Thonrohrcanal zu verwenden, damit nicht unmittelbar vor dem Wasserverschluss Canalgase trotzdem in das Hausinnere eindringen. Der Anschluss von Drainageleitungen oder das unmittelbare Einleiten von Grundwasser nach den Hauscanälen darf nur da gestattet werden, wo nicht besondere Drainageleitungen in den Strassen für das Grundwasser bestehen und auch dann nur in dem Falle, wenn der Hochwasserstand in dem Canal unter dem Grundwasserstand des betreffenden Privatgrundstückes liegt. Ist letzteres nicht der Fall, so wird vielfach zweckmässig eine Drainageleitung nach der Strasse geführt, ohne dieselbe jedoch an den Canal anzuschliessen. Auf diese Weise wird wenigstens ein Ausgleich zwischen den Grundwasserständen innerhalb des Grundstücks und des Strassengebietes und damit sehr oft eine Senkung des ersterwähnten Wasserspiegels erreicht. ohne das ein Rückstau vom Strassencanal in das Grundwasser stattfinden kann. (Auch die Herstellung von Sickerschächten in den Strassen, welche bis zu einer tiefer liegenden Grundwasserschichte reichen, ist hierbei als ein nicht selten wirksames Mittel zur Grundwassersenkung zu bezeichnen.) Verheissen letztgenannte Maassnahmen keinen Erfolg, so kann das Hausgrundwasser in die dem Rückstau ausgesetzten Hauscanäle nur unter Vermittelung eines selbstthätigen Rückstauventiles eingeleitet werden. Es versteht sich von selbst, dass Hausdrainage und Hauscanal stets durch wirksame Wasserverschlüsse von einander geschieden werden müssen.

Entwässerung eingedeichter Ortschaften.

Wenn Ortschaften, welche der Meeresfluth oder dem Hochwasser der Flüsse so sehr ausgesetzt sind, dass eine im Bereich der Möglichkeit stehende allgemeine Geländeerhöhung keine hochwasserfreien Flächen zu schaffen vermag, so wird die Eindeichung eines derartigen Ortsgebietes schon aus rein hygienischen Gründen zur Nothwendigkeit. Denn während jeder Ueberfluthungsperiode sind die an dem Orte entstehenden Abwässer an ihrem Abflusse gehindert, ver- Nothwendigkeit der Eindeichung.

vermischen sich mit den im Ueberschwemmungsgebiet stehenden Wässern, welchen ausserdem die gesammten übrigen Abfälle überantwortet werden müssen, so dass durch das Eindringen der Fluthwässer in die Hausräume und den Untergrund die ausgedehntesten Infectionsherde gebildet werden können.

Werth der Canalisation für eingedeichte Gebiete.

Ohne Canalisation ist aber die Eindeichung eines Ortes stets mit sanitären Missständen verbunden. Denn erst durch sie wird in Verbindung mit einer Pumpstation, ausser der Reinigung, eine auch während der Fluthzeiten gesicherte und zufriedenstellende Trockenhaltung des Eindeichgebietes erreicht. Sie erst löst die Aufgabe, sowohl die tiefsten Bodenflächen als auch den Untergrund bis auf eine bestimmte Höhe von einer oder wenigen Centralpumpstellen aus wasserfrei zu halten. Hierdurch können selbst unterirdische Räume vermöge der in ihnen angebrachten Abläufe vor Ueberfluthungen bei Hochwasser geschützt werden.

Sicherung der Entwässerung bei Regenzeiten.

Hierbei ist es wohl als die schwierigste Aufgabe der Canalisation anzusehen, auch zu Regenzeiten bei hohen Aussenwasserständen eine geordnete Wasserabführung zu gewährleisten. Die Regenauslässe, welche bei steigendem Fluthwasser verschlossen werden müssen, können zur Entlastung des Canalnetzes nicht mehr beitragen. Andrerseits stösst das Ueberpumpen der vorkommenden Maximalregenwassermengen auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten in finanzieller und technischer Hinsicht. Die Normierung der überzupumpenden Regenmenge ist daher von grösster Wichtigkeit. Im Allgemeinen kann angenommen werden, dass der der Berechnung der Canalisation zu Grunde liegende höchste Regenfall nicht gerade mit einem Maximalhochwasser zusammentrifft. Aber immerhin muss das Zusammentreffen eines starken Regens mit dem mittleren Hochwasserstand bei den Berechnungen für die Pumpstation berücksichtigt werden. Es wird empfohlen, die Pumpstationen so einzurichten, dass sie je nach den örtlichen Verhältnissen etwa $^1/_3$—$^2/_3$ oder durchschnittlich $^1/_2$ der für die Berechnung der Canäle ermittelten stärksten Regenmenge bewältigen können. Dabei wird daran erinnert, dass es zweckmässig ist, bei hohen Fluthwasserständen im Canalnetz eine grössere Füllhöhe zuzulassen. Es kann hierdurch die Förderhöhe um 1—2 m verringert und dadurch die Leistungsfähigkeit der Pumpen gesteigert werden.

Berechnung der Pumpstationen.

Ausgleichsreservoire.

Würden bei diesen Annahmen so ausgedehnte Pumpenanlagen zu schaffen sein, dass finanzielle Rücksichten hiergegen sprechen, so wären offene oder gedeckte Ausgleichreservoire zu schaffen. Die offenen Ausgleichsräume (Polder) werden hierbei nicht selten mit

Vortheil auf eine zwischen Mittel- und Hochwasser liegende Höhe gebracht, für welche einerseits die Leistungsfähigkeit der Pumpen noch ausreichend ist, während bei zurückgehendem Wasserstande ein rascher Ablauf aus demselbem stattfinden kann. Auch Rücksichten auf Anlagekosten spielen hierbei mit.

Verbesserung des Zustandes der im Ortsbereiche liegenden Gewässer.

Obwohl es in dem Wesen einer einheitlichen Canalisation liegt, dass die an oder innerhalb der städtischen Entwässerungsgebiete befindlichen Gewässer durch Abhaltung der bislang ganz oder theilweise in sie gelangten Schmutzstoffe eine wesentliche Verbesserung ihres Reinheitszustandes erfahren, so ist doch die Verbesserung solcher Wasserläufe als eine besondere Aufgabe der Canalisation desshalb zu bezeichnen, weil die zunehmende Verunreinigung gerade der kleineren Flussläufe und Bäche, sowie Stadtgräben, Teiche und kleineren Seeen die Ortsverwaltungen auf Abhilfe hindrängt, und die Verbesserung solcher Verhältnisse der Canalisation daher nicht selten als vornehmlichste Aufgabe gestellt ist.

Wenn man sieht, wie Bäche und Flüsse klar und mit Fischen bevölkert an dem einen Ende einer Stadt eintreten, um am anderen Ende als trübe, stinkende Wasserläufe auszufliessen; wenn man beobachtet, wie solche Rinnsale innerhalb des Ortsberings des Oefteren unausstehliche Dünste aushauchen; wie sie von Zeit zu Zeit in ekelerregender Weise von Massen niedergesetzten Sehlammes befreit werden müssen; wenn man ferner die Erfahrung macht, wie früher anmuthige Ziergewässer, als Stadtgräben, Teiche, ja selbst kleinere Seeen mit der zunehmenden Bevölkerung des Entwässerungsgebiets von Jahr zu Jahr ihrer fortschreitenden Verunreinigung wegen mehr und mehr gemieden werden müssen, und sich schliesslich zum allgemeinen Uebelstand herausbilden und wenn man endlich an die damit verbundenen steten Infectionsgefahren denkt: so ist die Behebung solcher Zustände gewiss als eine Aufgabe zu bezeichnen, deren Lösung allein ausreichen würde, eine Canalisation und die mit ihr verbundenen Ausgaben zu rechtfertigen.

Wichigkeit dieser Aufgabe der Canalisationen.

Bei derartigen Canalausführungen ist, soweit es sich um die Verbesserung von kleineren Bach- und Flussläufen handelt, Folgendes zu bemerken: Nicht selten will man sich begnügen, durch eine Regulierung oder Canalisation des betreffenden Wasserlaufes die Geschwindigkeit des Wasserstromes zu vergrössern und so innerhalb des Ortes die Schlammablagerungen und damit die hauptsächlichste Quelle der üblen Gerüche zu beseitigen. Noch einen Schritt weiter-

Regulierung oder Canalisierung von Bächen unter Belassung derselben als Aufnahmegewässer der städt. Abgänge nur ausnahmsweise zulässig.

gehend, baut man wohl auch derartige Wasserläufe zu vollständigen unterirdischen Sammelcanälen aus und glaubt damit nunmehr eine für alle Zukunft ausreichende Verbesserung geschaffen zu haben. Demgegenüber muss darauf hingewiesen werden, dass ein derartiges Verfahren als grundsätzlich unrichtig angesehen werden muss, wenn man es nicht mit so kleinen Wasserläufen zu thun hat, dass die spätere Reinigung der vereinigten Bach- und Canalwässer in der einen oder anderen Weise möglich oder die Anordnung so getroffen ist, dass die einzelnen Schmutzwassercanäle jeder Zeit leicht zu einem besonderen, vom Wasserlauf abgetrennten, Sammelcanal vereinigt und so über den weiteren Verbleib der Canalwässer besondere Bestimmungen getroffen werden können, oder endlich, wenn nicht ein solcher Flusslauf durch einsame Gegenden fliesst, um alsdann zum grossen Theil auf natürlichem Wege gereinigt, in einen grösseren Stromlauf einzumünden. In allen anderen Fällen müssen stets sofort die in dem früheren Capitel entwickelten Grundsätze für die Anordnung und Ausführung der Schwemmcanalisation zur Anwendung kommen.

II. Besondere Canalisationssysteme.

α) Das Trennungssystem.

Verhältnisse, unter welchen das Trennungssystem billiger als das gemeinschaftliche Schwemmsystem ist.

Bei der getrennten Canalisation (separating system) erfolgt die Ableitung des Hauswassers einschliesslich der Fäcalien getrennt von der Ableitnng des Regenwassers. Es ist klar, dass bei einer derartigen Anordnung die Schmutzwassercanäle eines bedeutend kleineren Querschnitts bedürfen und daher wesentliche Ersparnisse im Bau und Betrieb einer Schmutzwassercanalisation entstehen, sofern die Abführung des Regenwassers geringe Kosten verursacht. Letzteres tritt dort ein, wo entweder auf die unterirdische Ableitung des Regenwassers ganz verzichtet werden kann, wie bei kleineren Ortschaften, sowie bei ausgedehnteren, längs eines Flusses sich hinziehenden Entwässerungsgebieten, oder wo die unterirdische Regenwasserabführung nur kürzere Canalstrecken (Stichcanäle) umfasst, welche unmittelbar in die Flüsse einmünden können. Auch wenn in grösseren Orten die Hauptstrassen durchweg mit unterirdischen, zu einem besonderen Canalnetz vereinigten, Regencanälen versehen werden müssen, vermag das Trennungssystem einen finanziellen Erfolg gegenüber der gemeinsamen Schwemmcanalisation (tout-à-l'égout) zu erringen, wenn das Canalwasser mit hohen Kosten fortgepumpt werden muss. Wo jedoch alle Strassen wie das in Grossstädten unbedingt zu fordern ist, mit Regencanälen aus-

gestattet werden müssen, stellen sich selbst beim Pumpbetrieb in den allermeisten Fällen Bau und Betrieb des Trennungssystems nicht niedriger als bei gemeinschaftlicher Canalisation. Müssen ja doch zwei Canalnetze erbaut und unterhalten werden, deren eines, das Regencanalsystem, betreffs Profil und Gefälle vollständig zur Abführung aller Wässer ausreichen würde. Die einzige Ersparniss, welche beim Bau erzielt wird, ist die gegenüber der gemeinsamen Canalisation erforderliche geringere Tiefenlage der Regencanäle. Allein dieselbe kann nur unbedeutend sein, weil auch die Regencanäle immerhin so tief liegen müssen, dass sie unter den Gas- und Wasserleitungen hinweggeführt werden können. Sie haben also eine Deckung von 1,7—2 m zu erhalten, so dass durchschnittlich nur eine Ersparniss von 1,0 bis höchstens 1,5 m Tiefe eintritt.

Man wird desshalb in grösseren Städten in der Regel nur dann der getrennten Canalisation den Vorzug geben können, wenn ganz bestimmte hygienische Gründe dafür sprechen. Solche sind:

Gründe, welche für das Trennungssystem sprechen.

1) Vermeidung der Regenauslässe für Schmutzwassercanäle mit Rücksicht auf ungeeignete Vorfluth. Hierbei ist aber wohl zu beachten, dass dadurch allerdings die Fäcalbacterien von den Flussläufen nahezu vollständig fern gehalten werden, aber eine geringere Verunreinigung durch Schmutzstoffe überhaupt nur bei ganz ausserordentlich sorgfältiger Strassenreinigung erreicht wird, weil im Gegensatz zu den Regenauslässen der allgemeinen Schwemmcanalisation die Regencanäle der getrennten Canalisation sofort mit Beginn des Regens das Ablaufwasser aus Höfen, Strassen und Dächern, also das Product der ersten Abspülung der Oberflächen, den Wasserläufen übergeben. Die Strassenreinigung selbst wird aber beim Trennungssystem erschwert, da nicht geduldet werden kann, dass das bei dem regelmässigen Begiessen und Sprengen der Strassen ablaufende Schmutzwasser den Regencanälen übergeben werde, wie dies durch die dasselbe aufnehmenden Strasseneinläufe geschehen würde. Es bleibt desshalb nichts anderes übrig, als die Strasseneinläufe auch mit den Schmutzwassercanälen durch abschliessbare Abflussleitungen in Verbindung zu bringen, welche aufmerksame Bedienung erfordern.

2) Möglichste Verminderung der zu reinigenden Canalwassermenge. Diese Rücksicht kann nur da ausschlaggebend werden, wo die Lage und Bodenbeschaffenheit der Rieselfelder, oder die Klärmethode nur bei äusserster Einschränkung der zu reinigenden Canalwassermengen eine ausreichende Unschädlichmachung der Canalwässer gewährleisten können, oder mit anderen Worten jede Vergrösserung

der Leistungsfähigkeit dieser Anlagen unverhältnissmässig hohe Kosten verursachen würde. —

Auch die durch thunlichste Verminderung der Canalwässer ermöglichte Fortleitung derselben nach weiter entfernten Punkten vermag unter Umständen eine zu Gunsten der gesammten Canalisation sprechende Erwägung abzugeben.

Combination von Trennungs- und gemeinschaftlichen System.

In manchen Fällen ist eine Combination der gemeinschaftlichen mit der getrennten Canalisation am Platze, so zum Beispiel, weil es dadurch fast immer gelingt, von hochliegenden Entwässerungsgebieten das Regenwasser durch niedrig gelegene Entwässerungszonen hindurch in Druckleitungen, ohne Pumparbeit selbst bei Hochwässern, den aufnehmenden Wasserläufen übergeben zu können, wodurch der Betrieb einer derartigen Canalisation billig und vor allen Dingen ein sicherer wird.

Hier und da können auch ältere Canalisationen als Regencanalsysteme verwendet werden, während für die Abführung der Schmutzwässer ein neues Canalnetz an deren Stelle treten muss.

Anordnung der getrennten Canalnetze.

Die Anordnung beider Canalnetze erfolgt auch beim getrennten System nach den gleichen baulichen Hauptgrundsätzen wie bei der gemeinsamen Schwemmcanalisation. Im Einzelnen ist Folgendes hier zu bemerken: Regen- und Schmutzwassercanäle werden entweder in einer Baugrube so angeordnet, dass die Schmutzwassercanäle mit den Regenwassercanälen ein Bauwerk bilden, wobei erstere unter letzteren liegen. Bei dieser Anordnung werden in der Regel nur bei sehr breiten Strassen beiderseits solche Doppelcanäle errichtet. Eine andere Anordnung besteht darin, dass die Regencanäle in die Strassenaxe, Schmutzwasserleitungen aber je eine unter jeden der beiden Gehwege gelegt werden.

Die Vorkehrungen zur Grundwasserabführung sind mit dem Bau der tiefer liegenden Schmutzwassercanäle zu verbinden. Die Schwierigkeiten der Auffindung einer entsprechenden Vorfluth sind hierbei grösser, als bei einer gemeinsamen Canalisation, weil ein Einleiten in die Schmutzwassercanäle jedenfalls ausgeschlossen ist und sich daher oft lange Wege bis zur Vorfluth ergeben. Unter Umständen sind sogar besondere Grundwasserpumpstationen anzuordnen.

Profilberechnung.

Die Berechnung der Regenwassercanäle erfolgt wie bei der gemeinsamen Canalisation, die Berechnung der Schmutzwassercanäle nach der Regel, dass dieselben eine Wassermenge von täglich 200 l auf den Kopf der Bevölkerung halbvoll fliessend bewältigen sollen, entsprechend einer Leistungsfähigkeit von 400 l täglich für das ganze freie Profil. Es ergeben sich hierdurch für die Entwässerungsgebiete bis zu 100 000 Einwohnern fast nur Rohr-

profile. Beispielsweise genügt bei einer Einwohnerzahl von 80 000 und einem Gefälle von nur 1:1000 für den Hauptsammler ein rundes Profil von 70—80 cm Weite vollständig. Die Profile der Schmutzwassercanäle in den Strassen können bereits von 15 cm Weite an beginnen und wachsen bei mittelgrossen Ortschaften selten über 40—50 cm an.

Gefälle.

Die Gefälle wechseln gewöhnlich bei Zweigcanälen (von 15 bis 30 cm Durchmesser) von 1:100—1:500, bei Sammelcanälen (25 bis 80 cm Durchmesser) von 1:300—1:1000. Wo diese Grenzen überschritten werden, ist der Spülung wieder ganz besondere Sorgfalt zu widmen. Auf die gute Spülbarkeit der Schmutzwasserleitungen ist beim getrennten System überhaupt grosse Aufmerksamkeit zu verwenden. Mit Revisions- und Spülschächten sollte daher ja nicht gespart werden (mittlere Entfernung 40—50 m). Die Spülung erfolgt wie bei der Schwemmcanalisation, doch werden für die getrennte Canalisation an Stelle der Spülschieber einfache Pfropfen und nebst den an Seilen gezogenen Durchzugsbürsten auch elastische Rohrgestänge mit Bürstenaufsatz in Anwendung gebracht. Selbstthätige Spülvorrichtungen finden gleichfalls bevorzugte Anwendung bei dem Trennungssystem. Nicht selten sind endlich die höher liegenden Regencanäle durch abschliessbare Spüleinlässe mit den Schmutzwassercanälen in Verbindung gebracht.

Spülung der Schmutzwassercanäle.

Der Betrieb der Regencanäle ist im Princip derselbe, wie bei den gemeinschaftlichen Canalsystemen, gestaltet sich aber deshalb eineinfacher, weil die genannten Canäle nur nach jedem Regenfall einer Spülung oder Reinigung bedürfen.

Betrieb der Regencanäle.

Die getrennte Wasserabführung muss sich selbstredend auch auf die Entwässerung der Privatgrundstücke erstrecken. Wenn das Regenwasser nicht offen nach den Strassengossen abfliessen soll, so müssen auch hier wieder doppelte Canalleitungen, je für Regen- und Schmutzwasser, im Zusammenhang mit den zugehörigen Strassencanälen angelegt werden. Hierbei muss natürlich verboten werden, Brauchwasser in die Hofeinläufe zu schütten. Statt dieser sind in den Höfen besondere, etwas über den Boden erhöhte Schmutzwassereinläufe, (Ausgüsse) anzuordnen. Am besten lässt sich aber der richtige Gebrauch der Ableitungen dadurch sichern und controlieren, dass man das Regenwasser durch offene Rinnen, welche allenfalls als Schlitzröhren unter den Gehwegen durchgeführt sind, nach den Strassengossen führt. Das Ausgiessen von Schmutzwasser auf die Hoffläche wird alsdann sofort durch seinen auf dem Regenwasserwege erfolgenden Abfluss auf die Strasse bemerkt. Die Closetfall-

Getrennte Hauscanalisation.

röhren werden beim getrennten System gewöhnlich 10 cm weit gewählt. Hierbei ist aber die Anordnung eines besonderen Ventilationsrohres, nach welchem alle höchsten Punkte der Syphons entlüftet sind, eine unbedingte Nothwendigkeit, weil in dem engen Rohr die mit dem Spülwasser abstürzenden Fäcalien eine grosse Saug- bezw. Pressluftwirkung ausüben können und dadurch die Wasserverschlüsse durchbrochen werden Die Weite der Hausanschlusscanäle beträgt in der Regel 10—12$^1/_2$ cm und nicht über 13 cm. Würde ein grösseres Kaliber ausnahmsweise erforderlich, so sind zwei oder mehrere 12$^1/_2$ cm weite Röhren zu verwenden. Weitere, etwa 15 cm weite Anschlussröhren sind ausnahmsweise nur da zu gestatten, wo das Strassenprofil über 20 cm lichten Durchmesser hält. —

β) Das Waringsystem.

Dieses System ist nur als ein möglichst vereinfachtes Trennungssystem zu bezeichnen. Es kommt bei ihm gewöhnlich eine besondere Regenwasserableitung oder eine Grundwasserregulierung überhaupt nicht in Frage. Die Spülung erfolgt durch Selbstspüler, welche in Abständen von etwa 200—300 m von einander angebracht werden sollten. Schächte sind ausser den Spülschächten im ursprünglichen Waringsystem entweder gar nicht, oder nur in sehr beschränkter Anzahl z. B. nur an Strassenkreuzuugen vorgesehen. Es ist dies kein Vortheil des Systems, welches, wohl unter Anlehnung an englische Einrichtungen, zuerst in Memphis in Nordamerika 1880 durch Waring ausgeführt und nach ihm benannt wurde.

γ) Das Shonesystem.

Dieses System, welches seit 1880 hauptsächlich in England in mehreren Städten (Southampton, Eastburne, Darleston u. a.) erfolgreich ausgeführt wurde, wird von seinem Erfinder Isaac Shone überall da in Vorschlag gebracht, wo es an ausreichendem Gefälle mangelt und die Zusammenführung der Canäle nach einem gewünschten schliesslichen Ausgangspunkte auf Terrainschwierigkeiten stösst. Es ist seinem Wesen nach nichts anderes als eine nach dem Radialsystem ausgeführte Canalisation, deren einzelne Pumpstationen verhältnissmässig kleine Entwässerungsgebiete bedienen. Die hierdurch bedingten zahlreicheren Pumpstationen werden hierbei durch Pressluft von einer Centralstation aus betrieben.

Grundgedanke u. Wesen des Systems.

Jede einzelne Pumpstation besteht nur aus einem unterirdisch angeordneten, tiefliegenden eisernen Behälter, Ejector genannt, in welchen das Canalwasser, dem natürlichen Gefälle folgend, einfliesst.

Beschreibung des Ejectors.

Der Ejector hat Kugel-, Cylinder- oder sonst passende Form. Der Eintritt des Canalwassers erfolgt durch Vermittelung eines sich hebenden Kugelventils. Durch Füllung des Apparates mit Canalwasser wird am oberen Ende des Ejectors durch eine daselbst angebrachte Schwimmglocke das Ventil der die comprimierte Luft zuführenden Rohrleitung geöffnet, worauf das im Behälter befindliche Canalwasser entweder nach einer Druckleitung oder nach einem höher liegenden Sammelcanal gefördert wird. Die Förderleitung ist selbstredend, gleichwie die Einlaufleitung, mit einem Kugelrückschlagventil versehen. Wenn der Wasserspiegel im Behälter auf seinen bestimmten niedrigsten Stand herabgedrückt ist, so schliesst das zur Wirksamkeit kommende Gewicht eines mit Canalwasser gefüllten und an einer Kette hängenden Gefässes das Luftventil, wobei gleichzeitig das Kesselinnere durch einen Schieber wieder mit der Atmosphäre in Verbindung gesetzt wird. Der Ejector füllt sich hierauf mit Canalwasser und das Spiel beginnt aufs Neue.

Vortheile des Systems.

Durch die intermittierende Wirkungsweise des Apparates werden immer grössere Wassermengen auf einmal in Bewegung gesetzt und dadurch kräftige Spülwirkungen erzeugt. Auch mag dieser Umstand wesentlich dazu beitragen, dass in der Praxis über störende Ablagerungen in den Ventilgehäusen, sowie unsichere Schliesswirkung der Ventile nicht geklagt wird.

Durch dieses System wird thatsächlich der Vortheil erreicht, dass die Canäle auch in ganz flach gelegenen Entwässerungsgebieten ohne grosse Tiefe genügende Gefälle erhalten und dass an Ausführungskosten und Betriebskosten gespart werden kann. Durch die Ejectoren werden etwa 10 l in der Sekunde befördert. Sie eignen sich daher nicht für sehr grosse Wassermengen, sondern nur für getrennte Canalisationen, obwohl principiell das System auch bei gemeinschaftlicher Canalisation Anwendung finden könnte. Hierfür ist es aber sicher nicht mehr zweckentsprechend, da schon für Schmutzwasser allein auf je 10—20 ha gewöhnlich ein Ejector der bis jetzt praktisch erprobten Grösse erforderlich ist. Der nutzbare Raum der ausgeführten Ejectoren wechselt von 300—600 l. In den mit allgemeinen Elecktricitätswerken oder sonstigen Kraftversorgungssystemen versehenen Städten könnten an Stelle der Ejectoren nicht selten mit Vortheil ganz kleine Pumpstationen treten, deren Betriebskraft von den centralen Kraftwerken geliefert wird.

δ) Das Liernursystem.

Das Liernursystem kann als Canalisationssystem hier kurz characterisiert werden, da es in dem Theil, welcher auf Eigenartigkeit keit und Brauchharkeit Anspruch machen kann, bereits unter den Fäcaltransportsystemen (Seite 259 ff.) geschildert ist. Durch das Liernursche Canalisationssystem sollen die menschlichen Excremente, die Brauchwässer, die Regenwässer und wo erforderlich das Grundwasser, jedes durch ein besonderes Rohrsystem aus den Städten entfernt werden. Das vollständige System ist bis jetzt noch nirgends zur Ausführung gelangt. Nur der Haupttheil desselben, die bereits beschriebene Fäcalienbeseitigung ist wenigstens theilweise praktisch durchgeführt worden. Für die gesonderte Ableitung des Brauch-, Regen- und Grundwassers hat Liernur die verschiedensten Vorschläge gemacht, welche alle darauf hinausgingen, die hohen Kosten so vieler Leitungen und der unschädlichen Beseitigung des Inhalts möglichst herabzumindern. Dieselben erwiesen sich aber theils als praktisch undurchführbar, theils als auf irrigen Voraussetzungen beruhend, so dass schliesslich, wenn das vollständige Liernursystem zur Durchführung gebracht werden sollte, die Canalnetze zur Ableitung der verschiedenen Abwässer doch genau nach den bei dem getrennten bezw. beim Schwemmcanalisationssystem beschriebenen Grundssätzen projectiert werden müssen.

Kurze Beschreibung desselben.

ε) Canalisation mit Ausschluss der Fäcalien. — Spülcanalisation. —

In Orten, in welchen eine geregelte, den hygienischen Grundsätzen Rechnung tragende Abfuhrmethode für die Excremente eingeführt ist, deren Einrichtungen befriedigen und auch nicht wohl wieder werthlos gemacht werden können; in Orten ferner, deren Vorfluthverhältnisse so beschaffen sind, dass die Aufsichtsbehörde nach Prüfung aller maassgebenden Umstände glaubt, das Einleiten der Canalwässer ohne Fäcalien in die Wasserläufe auch fernerhin gestatten zu können, wo also ausnahmsweise die sonst stets zu berücksichtigenden Kosten für die weitere Behandlung der Canalwässer in Wegfall kommen, wird man vielfach einer Canalisation, welche sich auf die Ableitung der Abwässer ohne Abschwemmung der Fäcalien beschränkt, mehr zuneigen, als der Schwemmcanalisation, obgleich unter Berücksichtigung der gesammten Anlage- und Betriebskosten für die Beseitigung der Abwässer einschliesslich der gesonderten Entfernung der Fäcalien eine wirkliche Ersparniss gegenüber der Schwemmcanalisation selten erzielt wird,

Verhältnisse, welche den Ausschluss der Fäcalien rechtfertigen.

ganz zu schweigen von dem, den Abfuhrsystemen anhaftenden und mit der Grösse der Städte wachsenden Misslichkeiten.

Unter Umständen sind allerdings, solange es nicht Klärverfahren giebt, welche in Bezug auf Desinfection und Reinigung geeignet sind, die Rieselfelder völlig zu ersetzen, manche Städte thatsächlich gezwungen, die Fäcalien von den Canälen unter allen Umständen fernzuhalten. Dieser Fall tritt dann ein, wenn die Anlage von Rieselfeldern aus örtlichen Gründen unthunlich und der für die Aufnahme der Abwässer in Betracht kommende Flusslauf so beschaffen ist, dass ihn selbst die fäcalfreien Hauswässer in geklärtem Zustande bis aufs Aeusserste belasten, also unter keinen Umständen die Schmutzmenge im Canalwasser noch durch Einführung der Fäcalien vermehrt werden darf. **Umstände, unter welchen nothgedrungen die Fäcalien von den Canälen fernzuhalten sind.**

Für die Durchführung einer Canalisation unter Ausschluss von Fäcalien, welcher mitunter auch der Name Spülcanalisation beigelegt wird, gelten genau dieselben Grundsätze und Regeln, als für die Canalsysteme mit Fäcalienbeseitigung. **Technische Durchführungsweise.**

Ein Punkt gestaltet sich aber beim Spülsystem schwieriger, als beim Schwemmsystem: die Durchführung einer ausreichenden Ventilation. Die Closetabfallröhren, welche beim Schwemmsystem als Luftabzüge der Canalnetze so ausgedehnte Verwendung finden, mangeln der Spülcanalisation, so dass entweder eigene Lüftungsröhren an den Häusern angebracht, oder die Küchen- und Regenfallröhren hierzu verwendet werden müssen. Letztere sind aber hierzu nicht ausreichend (Aufhören der Ventilation bei Regenzeiten, Nothwendigkeit der Anbringung von Wasserverschlüssen) und erstere sind nur dann durchweg brauchbar, wenn die etwaigen am Fusse der Fallrohrleitung befindlichen Fett- und Sandfänge eigene Luftumleitungsröhren erhalten, welche besondere Kosten verursachen. Die Hauscanalisationen sind im Uebrigen genau in der früher besprochenen Weise auszuführen und weisen nur den Unterschied auf, dass die Abfallrohre der Abtritte in keinerlei Verbindung mit den Hauscanälen gebracht werden dürfen.

Auch bei der Spülcanalisation ist sowohl eine gemeinsame, als getrennte Canalisation ausführbar und beispielsweise beim Liernursystem die letztgenannte in Aussicht genommen. Erstere bildet indessen die Regel. Gleichwohl erweist sich Letztere oder eine Combination Beider in nicht grossen Städten manchmal als technisch vortheilhaft, namentlich wieder da, wo Pumpbetriebe eingerichtet werden müssen. Die Ableitung des Schmutzwassers allein ist dagegen für kleinere Ortschaften mit gutem oberirdischen Regenwasserablauf vielfach sehr empfehlenswerth. — **Gemeinsame und getrennte Spülcanalisation.**

Kosten. Die Kosten dieser städtischen Spülcanalisationen sind im Allgemeinen, wie die aus der späteren Tabelle über die Kosten der Canalisation hervorgeht, dieselben wie bei der Schwemmcanalisation, wenigstens soweit es die Canalnetze betrifft, wie auch an den Beispielen von Mainz, Stuttgart, Carlsruhe, Mannheim u. s. w., welche Städte gute Canalnetze ohne Fäcalableitung besitzen, ersehen werden kann. —

Hygienische Beurtheilung der Spülcanalisation. Die hygienische Beurtheilung einer Spülcanalisation als Städtereinigungssystem hat stets im Zusammenhang mit der dabei geübten Methode der Fäcalienentfernung zu geschehen. Selbst bei mustergiltigster Ausführung derselben wird desshalb das hygienische Gesammturtheil immer von dem sanitären Werth der Abfuhrmethode abhängig sein.

III. Verbleib des Canalwassers und unschädliche Beseitigung desselben.

a) Unmittelbare Einleitung des Canalinhalts in die Wasserläufe. — Flussverunreinigung. —

Die unmittelbare Einleitung der Schmutzwässer in die Wasserläufe war lange Zeit das einzige Mittel ihrer endgiltigen Beseitigung, indem man hierbei den allen abfliessenden Wässern von der Natur gewiesenen Wegen folgte. Auch die Einrichtung unterirdischer Abflusscanäle änderte an diesem Verhältnisse nichts. Je mehr man aber darauf bedacht war, sämmtliche Schmutzwässer aus dem Bereich der Städte zu entfernen, je mehr die Bevölkerungszahl derselben anwuchs, je grösser also die den Flüssen zugewiesenen Abwässermengen wurden, desto häufiger machte man die Erfahrung, dass die Einleitung der Abwässer in die Wasserläufe zu Verunreinigungen derselben führen kann, mit welchen allgemeine Missstände, Belästigungen und gesundheitliche Gefahren, sowie Beeinträchtigungen in der Wasserbenutzung und Schädigung der Fischzucht verbunden sind.

Die sich immer mehrenden Abwässermengen die Ursachen der misständigen Flussverunreinigung.

Infection und Fäulniss. — Die Frage der Verunreinigung der fliessenden Gewässer ist nach zwei Gesichtspunkten hin zu betrachten: Erstens nach der mit der Verunreinigung verbundenen Infectionsgefahr; zweitens nach der aufgenommenen Menge von organischen fäulnissfähigen und unorganischen giftigen Stoffen, welche zu Schlammablagerungen. Fäulnisserscheinungen und Wasserverschlechterungen in chemischer Hinsicht führen. —

Selbstreinigung. Schon im Kapitel „Wegschwemmung der Schmutzstoffe durch meteorische Wässer“, Seite 124 ff. ist ausgeführt, dass die in die

Wasserläufe abgeschwemmten Schmutzstoffe gleichwie im Boden, so auch im Wasser innerhalb bestimmter Grenzen einer natürlichen Selbstreinigung unterliegen, wobei es aber wesentlich darauf ankomme, dass weder Boden noch Wasser mit Schmutzstoffen übersättigt werden, und dass die Natur selbst zur Vorsicht in der Benutzung der Reinigungskraft von Wasser und Boden, namentlich der an sich geringeren des erstgenannten Mediums, mahne. Diese Vorsicht ist ganz besonders bei der Uebergabe der städtischen Canalwässer in die Wasserläufe am Platze. Es ist ja vielfach festgestellt worden, dass sich pathogene Keime, so auch Typhus- und Cholerabacillen tagelang im Wasser halten können und somit, wenn in einem canalisierten Ortsgebiet Fälle von Infectionskrankheiten vorhanden sind, ganz besonders aber zu Zeiten epidemisch auftretender Typhus- und Cholerafälle, die, die Canalwässer unmittelbar aufnehmenden, Wasserläufe vollständig verseucht werden und dadurch bei der vorhandenen vielseitigen Infectionsgelegenheit zur weiteren Verbreitung jener Krankheiten beitragen können. Es ist insbesonders zu bedenken, dass selbst bei grosser Verdünnung des Canalwassers die Infectionsgefahr, wenn auch gemindert, doch stets vorhanden ist, indem wenige Bacterien hinreichend sind, um an geeigneten Stellen und unter für ihre Vermehrung günstigen Umständen neue Seuchenherde zu bilden (Verbleib von keimhaltigem Wasser in stillen Seitenwässern und sonstigen Stellen ohne Strömung, Eindringen desselben in den Bülschraum der Schiffe, Stehenlassen von Resten geschöpften Wassers u. s. w.). Mit Rücksicht hierauf mahnt gerade das dauernde Einleiten von Canalwasser, welches ja fast jederzeit pathogene Keime enthalten kann, zur strengsten Vorsicht, weil die, unter den gewöhnlich abwaltenden ungünstigen Verhältnissen zu Grunde gehenden Infectionskeime immer wieder ersetzt werden und somit gegenüber zeitweisem Einleiten eine viel grössere Wahrscheinlichkeit für ihre gleichzeitige Anwesenheit im Flusswasser mit dem Eintreten solcher Verhältnisse vorliegt, die der Bacterienvermehrung, beziehungsweise Infectionsgelegenheit günstig sind.

Vorsicht in der Beurtheilung der Grösse der Selbstreinigung.

Infectionsgefahr auch bei hohen Verdünnungsgraden vorhanden.

Besonders grosse Gefahr bei dauernder Einleitung von Canalwässern im Gegensatz zu nur zeitweiliger Einmündung.

Es ist hierbei streng genommen kein Unterschied zwischen fäcalhaltigem und nicht fäcalhaltigem Abwasser zu machen, denn auch bei letzterem ist vielfältige Gelegenheit der Zuführung von Infectionskeimen vorhanden, so beispielsweise bei unvorsichtiger Behandlung und Auswaschung der Leibwäsche von Typhus- und Cholerakranken, desgleichen der von solchen Kranken gebrauchten Gefässe. Allerdings wird bei dem Einleiten der nicht mit Closetabgängen behafteten Ab-

Unterschied zwischen fäcalhaltigen und fäcalfreien Canalwässern.

wässer eine geringere Infectionsgefahr zugegeben werden müssen, soweit Typhus und Cholera in Betracht kommen.

Vorbot der Einleitung als Regel. Mit Rücksicht auf diesen bacteriologischen Stand der Sache wird man aus hygienischen Gründen das dauernde Einleiten von Canalwässern auch bei den grössten Verdünnungsgraden in alle diejenigen Wasserlaufstrecken untersagen müssen, aus welchen das Wasser zum Genuss und Hausgebrauch verwendet wird. —

Ausnahmen. In solchen Strecken unterhalb der Canaleinmündungsstelle, an welchen keine Ortschaften liegen und die Benützung des Wassers durch sonstige Anwohner ausgeschlossen werden kann, wird man dagegen den Einlauf der Schmutzwässer gestatten dürfen, wenn das Canalwasser durch das Flusswasser derart verdünnt wird, dass die Selbstreinigung des Flusswassers unter günstigen Umständen vor sich geht und als beendet da angesehen werden darf, wo der Flusslauf wieder Orte erreicht, oder sein Wasser zu Wasch-, Bade- oder Genusszwecken verwendet wird. In den europäischen Kulturstaaten ist hierbei ausserdem das Einleiten städtischer Canalwässer nur dann zu gestatten, wenn festgestellt werden kann, dass unter keinen Umständen, selbst nicht nächst der Einmündungsstelle, das Wasser in einer zu Fäulniserscheinungen führenden Weise verunreinigt wird.

Einheitliche Vorschriften für die Einleitung. Bestimmte Vorschriften für die etwaige Behandlung und Art der Einleitung des Canalwassers, sowie eine Norm für den Verdünnungsgrad, welcher erforderlich ist, um keinerlei Fäulnisserscheinungen aufkommen zu lassen, und die Selbstreinigung unter möglichst günstigen Bedingungen einzuleiten, sind noch nicht in einheitlicher Weise aufgestellt und werden auch nie so gegeben werden können, dass ohne eingehende Ermittlung der Fluss- und Canalverhältnisse die Zulässigkeit des unmittelbaren Einleitens der Canalwässer entschieden werden könnte.

Vorbehandlung der Canalwässer. Betreffs der Vorbehandlung der Canalwässer und der Art und Weise ihrer Einleitung sind jedoch unter allen Umständen die nachfolgenden Regeln zu beachten: Stets sind die gröberen Sinkstoffe, Schwimm- und Schwebekörper durch eine Sandfang- und Siebanlage aus dem Canalwasser zu entfernen, ehe dasselbe den Flüssen übergeben wird. Die Beseitigung dieser Stoffe kann aber nur bei Flüssen mit ansehnlicher Geschwindigkeit als ausreichend erachtet werden. Wo nur geringe Stromgeschwindigkeiten (etwa unter 0,6 m in der Sekunde) vorhanden sind, sollte die Sandfanganlage so weit vergrössert werden, dass auch diejenigen feineren suspendierten Stoffe, welche das Entstehen von Schlammbänken in dem Flusslaufe bewirken könnten, in derselben zur Ablagerung kommen.

Dies geschieht, wenn die Ausmaasse des Sandfanges so gehalten sind, dass selbst bei dem grössten Durchfluss des Canalwassers eine geringere Geschwindigkeit im Sandfang entsteht, als zur Zeit des kleinsten Flusswasserstandes an irgend einer Stelle des von dem Canalwasser in Mitleidenschaft gezogenen Flusses vorhanden ist.

Betreffs des erforderlichen Verdünnungsverhältnisses des Canalwassers zum Flusswasser hat von Pettenkofer die Regel aufgestellt, dass in einem Fluss, der bei seinem niedrigsten Wasserstand eine 15 Mal grössere Wassermenge führt als die Canäle, und dessen Geschwindigkeit diejenige des Wassers in den Canälen allezeit übersteigt, keine missständige Verunreinigung eintritt. Bei dieser Annahme erhält jedes Liter Flusswasser durch das Canalwasser einen Zuwachs von etwa 100—120 mg gelöster und suspendierter Stoffe, darunter etwa die Hälfte organischer Natur. Für jeden Kopf einer Stadt würden hierbei zwischen 2 und 3 cbm täglicher Flusswassermenge zur Stelle sein müssen. Erforderlicher Verdünnungsgrad nach Pettenkoffer.

Fleck erklärt auf Grund seiner Ermittlungen an sächsischen Flüssen die Zulässigkeit der Einleitung von Abwässern in Flüsse ausser vom Verhältniss der Wassermenge zur Einwohnerzahl auch noch von der Geschwindigkeit des aufnehmenden Flusslaufes abhängig. Bei der Geschwindigkeit von 1 m würde nach ihm eine Flusswassermenge von 8,6 cbm auf den Kopf und Tag entfallen müssen, um die Einleitung als zulässig erachten zu können. Bei der Geschwindigkeit 0,5 m des Flusswassers würden dagegen nach Fleck beispielsweise 17,2 cbm und bei 1,5 m 5,7 cbm erforderlich sein. Nach Fleck.

Baumeister nimmt ausserdem an, dass bei vollständiger Ableitung der Fäcalien die doppelte Flusswassermenge gegenüber den Canalwässern ohne Fäcalgehalt zur „Verdauung“ derselben in den Flüssen nöthig sei und giebt nach Untersuchungen der für verschiedene Städte sich ergebenden Zahlen, bei der Geschwindigkeit von 1 m für Schwemmcanalisation, 10 cbm als die auf den Kopf und Tag erforderliche Flusswassermenge und 5 cbm bei Canalisationen ohne Einleitung der Fäcalien an. Estere Zahl entspricht ungefähr der 75fachen Verdünnung. Nach Baumeister.

Wenn angenommen wird, dass eine missständige Flussverunreinigung so lange nicht eintritt, als die vom Flusswasser in Absorption gehaltene freie Sauerstoffmenge hinreicht, die gesammte durch das Canalwasser hinzukommende organische Substanz zu zerstören, so ergeben sich je nach dem Sauerstoffbedarfe als erforderlich zu erachtende Verdünnungsverhältnisse, welche in vielen Fällen der Pettenkofer'schen Zahl ziemlich nahe kommen. Betrüge beispielsweise der Sauerstoffbedarf für die organische Substanz im Canalwasser Nach dem Sauerstoffbedarf zur Oxydation der organischen Substanz im Canalwasser.

120 mg, so würde bei ganz reinem Flusswasser, welches 10 mg freien Sauerstoff im l gelöst enthielte, die 12 fache, und falls das Flusswasser nur 6 mg freien Sauerstoff im l besässe, die 20 fache Verdünnung des Canalwassers behufs Vermeidung von Missständen erforderlich sein.

Hieraus sich ergebende Regel für das Maass der Verdünnung.

Alle diese Angaben vorsichtig abwägend und zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei Einleitung städtischer Abwässer im Wasserlaufe nach Zurückhaltung aller derjenigen Stoffe eines Canalwassers, welche zu missständigen Ablagerungen führen können, eine auf den Kopf des Entwässerungsgebietes treffende Flusswassermenge von 5—15 Tages-cbm (bei Niederwasser) ausreicht, um keinerlei wahrnehmbare, zu Klagen Veranlassung gebende Uebelstände, insbesonders Fäulnissvorgänge zu erzeugen und der selbstreinigenden Thätigkeit eines Wasserlaufes nicht zuviel zuzumuthen. 5 cbm würden hierbei als ausreichend zu erachten sein bei Stromgeschwindigkeiten über etwa 1 m, während 15 cbm bei ganz geringen Geschwindigkeiten (etwa unter 0,3 m) gefordert werden müssten. Für die vielfach vorkommenden Niederwassergeschwindigkeiten von 0,6 m dürften etwa 10 cbm Flusswassermenge für den Kopf und Tag als genügend anzunehmen sein.

Anforderung an den Verdünnungsgrad unter Berücksichtigung der bacteriologischen Verhältnisse.

Ganz andere Anforderungen ergeben sich aber, wenn allgemein von dem Einfluss, den die Canalwässer auf die Bacterienzahl im aufnehmenden Wasser auszuüben im Stande sind, ausgegangen und die Bedingung gestellt wird, dass die durch die Canalwässer in einen Fluss gelangenden Bacterien keine abnorme Steigerung des Gesammtbacteriengehaltes hervorbringen dürfen. Diese Bedingung muss unseres Erachtens überall gefordert werden, wo, wie früher erörtert, Infectionsgelegenheit durch das Flusswasser vorhanden ist. Der verhältnissmässige Bacterienzuwachs wird um so geringer zuzulassen sein, je näher diese Gelegenheit, also bewohnte Orte oder Wasserbenutzungsstellen für den Haus-, Wasch- und Badegebrauch der Canaleinmündung liegen. Die Zahl der aus einem ccm entwickelten Keime schwankt bei als rein geltendem Flusswasser oberhalb einer Stadt gewöhnlich zwischen 1000 und 10 000 Bacterien. Würde man einen Zuwachs von 2000 Bacterien für das ccm, gleich 20$^0/_0$ der höchsten Durchschnittszahl von 10 000, als zulässigen Keimzuwachs erachten, so ergäbe sich bei der gar nicht seltenen Keimzahl von 2 000 000 auf das ccm Canalwasser bereits die Forderung einer rund 1000 fachen Verdünnung oder einer auf den Kopf treffenden Flusswassermenge von 133 Tagescbm. Bei dieser Verdünnung würde zweifellos die Infectionswahrscheinlichkeit bedeutend herabgemindert werden — die Gefahr bleibt nichtsdestoweniger bestehen! Selbst bei der

grössten Verdünnungszahl können die hieraus hervorgehenden Bedenken nicht schwinden, da es vorläufig an jedem durch experimentelle und practische Untersuchungen begründeten Anhalt darüber fehlt, bei welchem Verdünnungsgrade in Ansehung der sonstigen Flussverhältnisse die Infectionsgefahr auf ein zulässiges Minimum herabgesetzt wird. Es kommt noch hinzu, dass das Maass der an sich unbestreitbar vorhandenen Selbstreinigung der Wasserläufe ausserdem, wie an anderer Stelle schon einmal bemerkt wurde, stets abhängig bleibt von dessen niederem Thier- und Pflanzenleben, besonders dessen Bacterienleben, wie der Geschwindigkeit, Bewegungsart und Zusammensetzung des Wassers, von der Beschaffenheit des Flussbettes und des Wasserquerschnitts, von Temperaturverhältnissen u. s. w., wesshalb der Selbstreinigungsprocess nicht allein in den verschiedenen Theilen eines und desselben Wasserlaufes, sondern auch in den einzelnen Zeiten sich verschiedentlich gestaltet. —

Rücksicht auf Gefahr der Verbreitung ansteckender Krankheiten erfordert Verbot der unmittelbaren Einleitung der Canalwässer in die Wasserläufe.

Aus allen dem geht hervor, dass die Gefahr der Verbreitung ansteckender Krankheiten durch die öffentlichen Wasserläufe nur dann mit Sicherheit vollständig vermieden werden kann, wenn das unmittelbare Einleiten der Canalwässer in die Flüsse den Städten für die Regel verboten wird.

Verhältnisse, unter denen Ausnahmen statthaft sind.

Ausnahmen sind nur für solche Wasserläufe zulässig, deren Wassermenge vor allen Dingen so gross ist, dass, kurz gesagt, in chemischer Hinsicht keine Verunreinigung entsteht, also auf den Kopf der maassgebenden Bevölkerung je nach der Geschwindigkeit des Wassers mindestens 5—15 Tages-cbm treffen, welches Maass aber aus bacteriologischen Rücksichten auf Grund eingehender lokaler Untersuchungen der einschlägigen Verhältnisse unter Umständen bis auf das Zehnfache erhöht werden muss.

Maassregeln zur Verhütung der Infectionsgelegenheit durch Wasserläufe.

Gegen die erstgenannten Verdünnungsverhältnisse dürfte nur da auch aus bacteriologischen Gründen keine Einsprache zu erheben sein, wo in umfassender Weise für die Beseitigung jeder Infectionsgelegenheit für diejenige Flussstrecke Sorge getragen ist, die zur vollständigen Selbstreinigung beansprucht wird. Dies ist nur dann der Fall, wenn erstens keinerlei Wasserentnahme und Badegelegenheit auf der betreffenden Strecke vorhanden ist, zweitens der betreffende Flusslauf in seinen Längen- und Querprofilen ordnungsgemäss reguliert ist, also allermindestens bei Nieder- und Mittelwasser keine mit stagnierendem Wasser bedeckten Bodenflächen anzutreffen sind und keine wesentlichen Geschwindigkeitsverminderungen vorkommen; drittens Wehre, Mühlgräben und sonstige Stauanlagen, welche

Beste Art der Einführung der Schmutzwässer.

schädliche Geschwindigkeitsänderungen erzeugen, fehlen, und endlich viertens das Canalwasser, nach Zurückhaltung aller der zu Ablagerungen Anlass gebenden Stoffe, vom Ufer entfernt in eine günstige Strömung des Flusslaufes so eingeleitet wird, dass eine rasche und gründliche Vermischung mit dem Flusswasser stattfindet. Mit Rücksicht auf letzteren Punkt ist bei der Wahl der Ausmündungsstelle mit ganz besonderer Sorgfalt vorzugehen. Insbesonders ist dabei vorsorglich zu beachten, dass durch die Wasserströmung die einfliessenden Canalwässer nicht alsbald wieder nach den Ufern hingetrieben werden, und die Einmündung stets unterhalb Untiefen und Stauwerken etc. geschieht. Letztere sind andernfalls zu beseitigen.

Was bei mässigem Verdünnungsverhältniss für die längeren Flussstrecken nothwendig ist, sollte aber bei grösseren Verdünnungen behufs möglichster Gefahrverminderung nicht unterlassen werden. Auch hier sollte zum Mindesten die Einmündungsstelle unter Wasser und innerhalb der stärkeren Strömung erfolgen; auch hier sollte, solange das Flusswasser eine Vermehrung der Bacterienzahl gegen den Zustand oberhalb des betreffenden Ortsgebietes aufweist, möglichst jede Gelegenheit zur Infection beseitigt werden.

Nothwendigkeit der Verseuchungserklärung von Flussstrecken.

Aus diesem hygienisch wohlbegründeten Verlangen ergiebt sich die Forderung, dass allermindestens zu Zeiten von Choleraerkrankungen und Typhusepidemieen alle Flüsse, in welche Fäcalabwässer ohne vorherige Reinigung oder besser gesagt Desinfection einmünden, auf diejenige Strecke hin, für welche der Selbstreinigungsprocess als noch nicht abgeschlossen anzusehen ist, als verseucht zu erklären seien. Die Benützung des betreffenden Flusswassers zu Trink-, Bade- oder Waschzwecken würde demgemäss unter strenges Verbot zu stellen sein. Auch auf Schiffen würde die Benützung solchen Wassers zu untersagen und jedes Schiff, welches durchseuchte Strecken durchfahren hat, einer Desinfection betreffs des in den Unterräumen etwa stehenden Einsickerungswassers zu unterwerfen sein. Diejenige Flussstelle, an welcher die Selbstreinigung als beendet anzusehen ist, ist durch bacteriologische Untersuchungen zu bestimmen.

Fortlaufende bacteriologische Untersuchungen verunreinigter Wasserläufe.

Dies kann selbstverständlich mit einiger Sicherheit nur dann geschehen, wenn einer zweiten Hauptforderung, welche fortlaufende bacteriologische, chemische und physiologische Untersuchungen an den in Frage stehenden Flussläufen verlangt, genügt wird. Zur Vornahme solcher planmässig betriebenen Untersuchungen, insbesonders einer womöglich allwöchentlich einmaligen Bacterienermittelung an bestimmten Flussstellen, erscheinen alle diejenigen Städte, welche ihre Canalabwässer ohne Desinfection in die Flüsse einleiten, verpflichtet.

Ganz besonders muss aber derartigen grösseren Städten diese Aufgabe als eine unumstössliche Pflicht hingewiesen werden, deren Erfüllung nahezu ebenso dringlich ist, als die bacteriologische Ueberwachung der Filteranlagen bei Wasserversorgungen, denn fast immer bilden die Flussläufe die Entnahmeorte für die Wasserversorgung (Nutz-, Wasch- und Trinkwasser) eines mehr oder minder grossen Interessentenkreises.

Minder strenge Anforderungen gegenüber der Einleitung fäcalfreier Abwässer.

An das Einleiten der fäcalfreien Abwässer werden wie bereits erwähnt (vergl. auch Seite 120) weniger strenge Anforderungen zu stellen sein. Dieselben dürften sich etwa mit den für die Zulässigkeit der Verunreinigung durch Schwemmcanalabwässer verlangten Verdünnungsgraden decken können. In manchen Fällen wird man hierbei unter günstigen Flussverhältnissen, insbesonders grossen Geschwindigkeiten und ausreichend grossen Entfernungen verschiedener Einflussorte bis auf das von Pettenkofer angegebene Maass der fünfzehnfachen Verdünnung, = 2 cbm Flusswassermenge auf den Kopf und Tag, herabgehen können. Stets sind aber hierbei alle oben genannten Vorsichtsmassregeln für den Einlauf auszuführen, also wie wiederholt dringend betont wird, Zurückhaltung der zu Schlammansammlungen Anlass gebenden Stoffe und Einmündung unter Wasser in die günstige Strömung. —

Einleitung des Canalinhaltes in stehende Gewässer.

Betreffs der Einleitung des Canalinhalts in stehende Gewässer sei auf das unter „Selbstreinigung in Seeen und Meeren" bereits Gesagte hingewiesen (Seite 126). Ergänzend wird noch bemerkt, dass die Wind- und Fluthverhältnisse, bei der Wahl der Einmündungsstellen besonders beachtet werden müssen. Bei grossen Schmutzwasserquantitäten genügen eine mässig weite Hinausführung des Ausmündungscanales in das offene Meer und die Vertheilung auf mehrere Ausmündungsstellen nicht immer und bei den im Fluthgebiet des Meeres liegenden Strömen auch die sorgfältigste Ausmündungsanordnung äusserst selten, um Missstände fern zu halten, weil mit der Fluth die Canalwässer wieder zurück fliessen. Es bleibt in solchen Fällen nichts anderes übrig, als Sammelbehälter anzulegen, in welche während der Fluthzeit die Canalwässer sich ergiessen oder hineingepumpt werden können, oder auch wo thunlich die Sammelcanäle selbst zu Anstaugalerieen während der Fluthzeit auszubilden. Es ist hierbei sehr darauf zu achten, dass Beginn und Schluss des Canalwasserablaufes sorgfältig den lokalen Verhältnissen entsprechend angeordnet werden, damit das Schmutzwasser nicht doch von der Fluthwelle soweit zurückgetragen wird, dass Missstände entstehen.

Durch die Uebergabe der Canalwässer in die Meere kann eine Infectionsgefahr kaum hervorgerufen werden, da der unmittelbare Gebrauch des Meerwassers zu Genusszwecken ausgeschlossen ist. In der Nähe von Seebädern ist aber jedenfalls auch in dieser Hinsicht dem Einleiten von Canalwasser gegenüber besondere Vorsicht geboten.

Anhang: Fabrikabwässer.

Hygienische Bedeutung der Flussverunreinigung durch Fabrikwässer.

Die Frage der Verunreinigung der Gewässer durch Fabrikabwässer betreffend, sei an dieser Stelle kurz bemerkt, dass diese Abwässer in hygienischer Hinsicht insoweit in Betracht kommen, als sie vielfach in hohem Maase fäulnissfähige organische Stoffe, sowie eine solche Menge Gift- und Mineralstoffe enthalten können, dass das Flusswasser in seiner allgemeinen Gebrauchsfähigkeit, auch zu Wasserversorgungsanlagen beeinträchtigt wird. Zur Verbreitung ansteckender Krankheiten können die Fabrikabwässer nicht beitragen, da sie gemäss ihrem Ursprung wohl nie pathogene Bacterien enthalten können.

Gesichtspunkte für die Beurtheilung der Zulässigkeit des Einleitens.

Die Beurtheilung der Frage, ob das Abwasser einer bestimmten Fabrik einem Flusslaufe ohne weitere Reinigung zugewiesen werden darf, wird hauptsächlich davon abhängig gemacht werden können, ob die in ihm enthaltenen Stoffe eine so grosse Verdünnung durch das Flusswasser erfahren, dass letzteres durch sie keinen grösseren Zuwachs an fremden Stoffen erhält, als im Genusswasser an Gesammtgehalt noch zulässig wäre. Hierbei wird stets vorauszusetzen sein, dass die Sinkstoffe durch Sedimentierung vorher entfernt werden. Im Vergleich zu städtischen Abwässern besitzen die Fabrik- und Industriewässer sehr oft ganz bedeutend höhere Gehalte an gelösten und suspendierten organischen Körpern. Die über Flussverunreinigungen erhobenen Klagen beziehen sich daher viel öfter auf eingeleitete Fabrikabwässer als auf städtische Abwässer. Bei ersteren ist daher mindestens ebenso oft die vorherige Reinigung zu fordern. —

Um später nicht mehr auf Fabrikabwässer zurückkommen zu müssen, bemerken wir, dass es solcher Reinigungsarten fast unzählbare giebt. Dies ist nicht zu verwundern, wenn man bedenkt, dass die Reinigung von Fabrikabwässern, ausgenommen von solchen, welche zu Pilzwucherungen Veranlassung geben können, hauptsächlich vom chemischen Standpunkt aus betrieben werden muss und auf die durch die mannigfaltigen Industrieen und Fabrikationsmethoden bewirkte ausserordentlich grosse Verschiedenartigkeit in der Zusammensetzung der

Reinigung der Fabrikabwässer.

Wässer Rücksicht zu nehmen ist. Hierauf näher einzugehen würde ausserhalb des Rahmens dieses Buches liegen. Wir bemerken nur noch,

dass die Reinigung der Fabrikabwässer gewöhnlich am geeignetsten in Kläranlagen geschieht, wobei die zuzusetzenden Klärmittel wie bereits erwähnt, der chemischen Zusammensetzung der Abwässer entsprechend auszuwählen sind. Rieselanlagen sind nur selten ausführbar, weil die Fabrikabwässer in der Regel keine Pflanzennährstoffe, nicht selten aber Pflanzengifte enthalten.

β) Reinigung des Canalwassers durch Klärung.

Die übliche Canalwasserklärung geschieht durch Ablagerung und wird betreffs des Vorganges hierbei auf die beim Kapitel „Künstliche Reinigung des Trinkwassers", auf Seite 48 gegebene Beschreibung hingewiesen. Während indessen für die Vorreinigung des zum Trinken bestimmten Wassers wohl noch vielfach sogenannte Ruhebecken im Gebrauch sind, ist für die Abwässerklärung der continuierliche Abklärungsbetrieb fast allein maassgebend geworden.

Ablagerung — Sedimentierung.

Continuierlicher Klärbetrieb.

Wird das Abwasser ohne weitere Zugabe von Fällungsmitteln der Klärung unterworfen, so spricht man von mechanischer Klärung oder mechanischer Sedimentierung. Werden dagegen chemische Zusätze in Anwendung gebracht, so haben wir es mit der chemischen Klärung zu thun.

Mechanische und chemische Klärung.

Mechanische Klärung.

Durch die mechanische Klärung können nur die suspendierten organischen und unorganischen Stoffe im Canalwasser und zwar ziemlich vollständig abgeschieden werden. Die Bacterien kommen dagegen nicht zur Ausscheidung. Die von Lepsius am Frankfurter Klärbecken angestellten Untersuchungen haben sogar eine geringe Zunahme der Keimzahl ergeben. Der Einlauf des mechanisch abgeklärten Canalwassers in Wasserläufe bildet somit nach wie vor eine Infectionsgefahr.

Erfolg der mechanischen Klärung.

Die mechanische Klärung kann daher nur da in Betracht kommen, und als alleiniges Reinigungsmittel des Abwassers zugelassen werden, wo nach dem Vorausgegangenen ausnahmsweise die unmittelbare Ableitung in die Flüsse gestattet sein würde, jedoch mit Rücksicht auf örtliche Verhältnisse weitgehende Vorsicht geübt werden soll.

Fälle, in welchen mechanische Klärung statthaft ist.

Ausserdem dürfte die mechanische Abklärung da als ausreichend zu erachten sein, wo es sich bei genügender Verdünnung um die Einmündung von fäcalfreien Abwässern in die Wasserläufe handelt, weil, wie bereits erwähnt, durch sie nahezu alle (bis 90 $^0/_0$) suspendierten Stoffe, welche hauptsächlich die durch Fäulnisserscheinungen gekennzeichneten Missstände in den Flüssen hervorrufen, beseitigt werden.

Bauliche Ausführung. Die bauliche Ausführung und Construction der Kläranlagen ist hierbei die gleiche wie bei der nachstehend beschriebenen chemischen Reinigungsmethode. Betrieb. Beim Betrieb der mechanischen Klärung ist darauf zu achten, dass der sich ergebende Schlamm nicht zu lange in den Klärbehältern verbleibt, weil er in wenigen Tagen in Fäulniss übergeht und dadurch den Klärbetrieb stört. Anlagen, bei welchen der Schlamm continuierlich abgepumpt werden kann, verdienen daher den Vorzug. Betreffs der übrigen für die erfolgreiche Durchführung der Klärung in Betracht kommenden Punkte gelten im Allgemeinen auch die für die chemische Klärung maassgebenden Grundsätze, welche in Folgendem entwickelt sind. — Bezüglich der Durchlaufgeschwindigkeit des Wassers in den Kläranlagen ist zu bemerken, dass für die nur mechanische Klärung am Besten die für die chemische Klärung angegebenen geringsten Zahlen gewählt werden sollten, weil der sich setzende Schlamm eine sehr kleine Ausfallgeschwindigkeit hat.

Durchflussgeschwindigkeit.

Chemische Klärung.

Wirkungsweise der chemischen Klärung. Durch Zusatz von solchen Chemikalien, welche mit den in den Canalwässern enthaltenen gelösten Stoffen unlösliche Verbindungen eingehen und dadurch einen Niederschlag erzeugen, werden die suspendierten Körper, auch solche schleimiger Natur, von dem gebildeten chemischen Niederschlag theils eingehüllt, theils beschwert und so vollständiger und mit grösserer Geschwindigkeit als auf rein mechanischem Wege zur Ausscheidung gebracht.

Beurtheilung des Werthes eines Klärmittels nach dessen Desinfectionswirkung. Die für den Hygieniker wichtigste Eigenschaft der chemischen Klärungsmittel ist aber ihre Desinfectionswirkung und nach dieser wird er den Werth eines Klärungsmittels hauptsächlich zu beurtheilen haben. Die Desinfectionswirkung muss um so mehr als ausschlaggebend erachtet werden, als es bis jetzt kein chemisches Präparat giebt, welches ausser den suspendierten organischen Stoffen auch die gelösten zur vollständigen Ausfüllung bringen würde.

Die wichtigsten chemischen Klärungsmittel. Die hauptsächlichsten chemischen Zusatzmittel, welche sich in der grossen Praxis für die Klärung der Canalwässer am Besten bewährt haben, sind Aetzkalk, schwefelsaure Thonerde, lösliche Kieselsäure bezw. Kieselsäurehydrat und Eisenvitriol. Dieselben werden sowohl für sich allein, als in den verschiedensten Kombinationen unter einander und mit anderen, oben nicht genannten Klärmitteln, wie Magnesiumverbindungen, Manganchlorür, Eisenchlorid, Eisenoxydhydrat, Thonerdehydrat, Zinkchlorid, Alaun, Phosphorsalzen, Lehm, Gips, Kohle, Soda, Wasserglas, Glaubersalz, Tannin und sogar Blut angewendet. Eine grosse Zahl von Patenten ist auf solche com-

binierte Verfahren angemeldet und ertheilt worden. In deutschen Städten sind aber zur Zeit entweder nur Aetzkalk (Wiesbaden), Aetzkalk und schwefelsaure Thonerde mit Kieselsäuregehalt (Frankfurt und Dortmund), Aetzkalk, lösliche Kieselsäure und schwefelsaure Thonerde (Halle) in Anwendung.

Die hierbei zur Geltung kommenden hauptsächlichen chemischen Processe.

Die hauptsächlich zur Geltung kommenden chemischen Processe bei der Kalkklärung sind die Umwandlung des in der Regel in der Form von Kalkmilch zugeführten Aetzkalkes und des im Wasser gelösten doppelkohlensauren Kalkes, sowie der freien Kohlensäure zu unlöslichem Calciumcarbonat, Ausfällung der Phosphorsäure als phosphorsaurer Kalk, Bindung des Schwefelwasserstoffs durch Bildung von Schwefelcalcium, und Entstehung von unlöslichen Kalkseifen, wodurch die in den Fettsäuren enthaltenen organischen Stoffe von dem Wasser ausgeschieden werden. —

Kalk.

Schwefelsaure Thonerde.

Bei Verwendung von schwefelsaurer Thonerde verbindet sich die Schwefelsäure mit dem in dem Canalwasser enthaltenen Ammoniak zu löslichem schwefelsaurem Ammon, sowie mit den sonst enthaltenen Alkalien zu schwefelsauren Salzen, während das frei gewordene Thonerdehydrat in Flocken niedergeht. Bei gleichzeitiger Verwendung von Kalk und schwefelsaurer Thonerde bildet sich ausserdem noch Gips, welcher als unlöslicher Stoff gleichfalls zur Abklärung beiträgt. —

Lösliche Kieselsäure.

Bei Zusatz von löslicher Kieselsäure (Patent Nahnsen), welche durch Säuren aus Silikaten abgeschieden wird, bildet sich theils unlösliches Calciumsilikat, theils eine Doppelverbindung von diesem mit Aluminiumsilikat. — Bei Verwendung von schwefelsaurer Thonerde mit Kieselsäuregehalt kommt die Kieselsäure hauptsächlich mechanisch zur Wirkung und bewirkt eine schnelle Fällung. —

Eisenvitriol.

Die Wirkung des Eisenvitriols ist eine ganz ähnliche wie diejenige der schwefelsauren Thonerde. Es bildet sich hauptsächlich wieder schwefelsaures Ammon, während unlösliches Eisenoxydhydrat ausfällt. Zugleich bildet sich mit dem etwa vorhandenen Schwefelwasserstoff Schwefeleisen. —

Nachtheile des Aetzkalkes.

Aetzkalk hat als Klärmittel den Nachtheil, dass sich das im Canalwasser stets vorhandene kohlensaure Ammon mit ihm zu kohlensaurem Kalk verbindet, wodurch Ammoniak frei wird und das geklärte Canalwasser einen mehr oder minder ausgeprägten Ammoniakgeruch aufweist. Ausserdem bildet sich ein ziemlich bedeutender Niederschlag, indem 100 kg Aetzkalk 178 kg kohlensauren Kalk ergeben, während 100 kg Thonerdesulfat nur 21,4 kg Thonerdehydrat und 100 kg Eisenvitriol 40,1 kg Eisenoxydhydrat ausfällen. Ein weiterer Nachtheil der Kalkklärung ist in dem Umstande zu suchen,

dass der Aetzkalk auf die in den suspendierten Stoffen enthaltenen organischen Körper eine lösende Wirkung ausübt, sodass nicht selten nach der Klärung mehr fäulnissfähige Stoffe im Canalwasser gelöst sind, als vorher.

Vorzug der schwefelsauren Thonerde.

Die schwefelsauren Salze, insbesonders die Thonerde haben den Vorzug, dass der Geruch des geklärten Wassers infolge des gebundenen Ammoniaks fast ganz verschwindet und dass ferner die ausgefällten Hydrate sehr voluminös sind und dadurch eine sehr gut klärende Wirkung ausüben.

Vorzug der Kieselsäure.

Die Kieselsäure hat den Vorzug einer sehr raschen Abscheidung und verleiht dem Schlamm die Eigenschaft, dass er sich sehr leicht entwässert und gut pressfähig wird.

Hervorragende Desinfectionswirkung des Aetzkalkes.

Dagegen hat der Aetzkalk die hochwichtige und hygienisch ausschlaggebende Eigenschaft, dass er unter allen im Grossen anwendbaren Klärmitteln die weitaus bedeutendste Desinfectionskraft besitzt, so dass er allein nur im Stande ist, die Canalwässer ausreichend zu desinficiren.

Zu verwendende Menge.

Während aber nach den Untersuchungen Pfuhls bei wenigstens $1\,^1/_2$ stündiger Einwirkungsdauer ein Zusatz von mindestens $1\,^0/_{00}$ Kalkhydrat = etwa $^3/_4\,^0/_{00}$ gebrannten Kalk nothwendig ist, um Typhus- und Cholerabacillen sicher abzutödten, hat die Verwendung einer solchen Kalkmenge den Nachtheil, dass in das geklärte Canalwasser sehr viel Kalk in Lösung gelangt, welcher sich nach und nach durch Kohlensäure-Aufnahme in unlöslichen kohlensauren Kalk umsetzt und dadurch in dem aufnehmenden Flusslauf Schlammablagerungen erzeugen kann.

Schwierigkeiten der Verwendung grosser Kalkmengen.

Auch ist die Verwendung so grosser Kalkmengen ziemlich kostspielig, besonders mit Rücksicht auf den massenhaft sich ergebenden Schlamm.

In der Praxis zur Anwendung gelangende Zusatzmengen der Klärmittel.

In der Praxis wird desshalb zur Zeit nothgedrungen weniger Kalk verwendet. Der Zusatz beträgt in der Regel durchschnittlich $^1/_4$—$^1/_3$ kg gebrannten Kalk auf das cbm Canalwasser, also etwa $^1/_4$—$^1/_3\,^0/_{00}$ Calciumoxyd, entsprechend einem um $^1/_3$ höheren Gehalt von Calciumoxydhydrat. In Frankfurt werden durchschnittlich 160 bis 170 g Thonerdesulfat und 40 g Kalk verwendet. In Halle werden auf 1 cbm Canalwasser 300—400 g Kalk und 40—60 g einer Mischung von Kieselsäurehydrat und Aluminiumsulfat angewendet.

Vorzug des Kalkes als Klärmittel.

Die geringere desinficierende Wirkung der Thonerde dürfte zum Theil durch den voluminöseren Niederschlag, welcher viele Bacterien mit den suspendierten Körpern umhüllt und zu Boden zieht, wieder ausgeglichen werden. Berücksichtigt man aber den mindestens dreimal höheren Preis der schwefelsauren Thonerde und den noch höheren der Kieselsäure und sonstigen Präparate, so wird man überall da dem

Kalk als alleinigem Klärmittel den Vorzug geben, wo nicht die Rücksicht auf möglichste Verminderung des Schlammes und besonders gutes Aussehen des Wassers maassgebend sein muss. Die Hauptsache bleibt aber stets die Desinfection des Canalwassers und es ist desshalb eine Hauptaufgabe bei der Construction von Kläranlagen, den Desinfectionsmitteln die genügende Zeit zu ihrer Wirkung zu geben und sie als solche möglichst auszunützen.

Construction und Betrieb der Kläranlagen.

Die in jedem Canalwasser enthaltenen schweren Sinkstoffe wie Sand, Knochen u. s. w., sowie die absiebbaren Gegenstände sind, bevor das Wasser in die eigentliche Kläranlage eintritt, in der bei dem Kapitel Pumpstationen im Allgemeinen beschriebenen Weise durch einen Sandfang, an welchen sich eine besondere Siebanlage anschliesst, auszuscheiden. Diese Stoffe würden nicht allein für den Fall, dass das Canalwasser zur Kläranlage gepumpt werden muss, sondern auch dem Klärbetrieb selbst und besonders der weiteren Schlammbehandlung hinderlich sein, da beispielsweise die Schlammpumpen durch sie leicht verstopft werden könnten.

Sandfang- und Sieb-anlagen.

Die im Sandfang sich absetzenden Sinkstoffe betragen 1/4000 bis 1/10 000 der Canalwassermenge, je nach den Gefällen der Canäle und der Art der städtischen Strassenbefestigung und dergleichen. In denselben Grenzen bewegen sich die von den Sieben abgeschiedenen Schwimm- und Schwebestoffe.

Die Siebe sind entweder so angeordnet, dass sie hochgezogen (Frankfurt) oder aufgekippt (Wiesbaden) werden können, oder sie werden in Form von Drehgittern angewendet (Halle), so dass sie, so oft erförderlich, der an ihnen haftenden Massen entledigt werden können. Hierbei ist Vorsorge zu treffen, dass während der Reinigung der einzelnen Siebe andere in Thätigkeit treten, damit während dieser Zeit keine Schwimmkörper nach der Kläranlage gelangen können. Dies geschieht entweder durch Ausschaltung der betreffenden Siebabtheilung (Frankfurt) oder bei Drehsieben derart, dass beim Austreten des einen Siebes ein anderes in das Wasser taucht, sowie endlich durch Hintereinanderschalten mehrerer Siebe. Bei letzterer Anordnung werden gewöhnlich die lichten Gitterzwischenräume der vorderen Siebe weiter gewählt (1—2 cm) als diejenigen der folgenden (0,5—1 cm), um die Rückstände auf mehrere Siebe zu vertheilen.

Neuerdings ist bei der Kläranlage zu Wiesbaden ein Gitter aufgestellt worden, von welchem die aufgehaltenen Körper ohne Ausschalten desselben durch einen maschinell betriebenen, automatisch

wirkenden Rechen fortlaufend in einen über dem Canalwasser stehenden Behälter befördert werden (Patent Queva). — Vielfach werden vor den Sieben auch Eintauchplatten, angeordnet, durch welche die gröberen schwimmenden Körper zurückgehalten und alsdann leicht beseitigt werden können.

Vorrichtungen für den Zusatz der Chemikalien.

Nach Ausscheidung der vorgenannten Stoffe ist das Canalwasser im Rohen soweit gereinigt, dass der eigentliche Klärprocess eingeleitet werden kann. Zu diesem Zwecke sind nun Chemikalien in flüssiger Form zuzusetzen. Die hierzu in erster Linie anzuwendende Kalkmilch wird durch Ablöschen von gebranntem Kalk in Bottichen, welche in der Regel mit Rührwerken versehen sind, bereitet uud durch Rohrleitungen zur Mischstelle geführt. Der Verdünnungsgrad für die Kalkmilch wird verschiedentlich gewählt. Der Gehalt an Kalkhydrat wechselt von 25—10 %. Grösseren Verdünnungsgraden gebührt aber der Vorzug, weil die Kalkvertheilung im Canalwasser eine gleichmässigere wird.

Falls schwefelsaure Thonerde zur Verwendung kommt, wird dieselbe, gleichwie die allenfalls benutzten sonstigen Chemikalien getrennt vom Kalk, gleichfalls in Rührbottichen, zweckmässig in erwärmtem Wasser zur Lösung gebracht. Die Wände der Bottiche sind mit Hartblei auszuschlagen, weil die schwefelsauren Salze Eisen und auch Holz mit der Zeit zerstören. Die Lösung muss in besonderen Leitungen zur Mischstelle geführt werden, weil bei der mit Kalk gemeinschaftlichen Ableitung sich sofort die entsprechenden chemischen Verbindungen bilden und somit die Klärmittel unwirksam werden würden. Mit Rücksicht auf die Desinfectionswirkung wird vielfach empfohlen, den Kalk oberhalb der Einmündungsstelle der anderen Chemikalien zufliessen zu lassen.

Zumessung der Chemikalien.

Die Zumessung der Chemikalien ist für die Klärung eine sehr wichtige Sache. Es muss hierbei stets das richtige Verhältniss zur zufliessenden Canalwassermenge, auch mit Rücksicht auf dessen Concentrationsgrad, sowie bei Verwendung mehrerer Chemikalien das constante Mengenverhältniss derselben zu einander eingehalten werden Dies kann sowohl durch selbstthätige Vorrichtungen, z. B. vom Canalwasser getriebene Schöpfräder oder Kippgefässe, als auch dadurch geschehen, dass die Zuflussmengen durch kalibrierte Hähne oder aus anderen Aichöffnungen in einer, dem jeweiligen Bedürfnisse entsprechenden Menge abgemessen werden. Letzteres geschieht zweckmässig durch praktische Versuche an etwa halbstündig dem Canalwasser entnommenen Proben, worauf das für die jeweilige Canalwassermenge, welche an einem Pegel abzulesen ist, benöthigte gesammte

Zusatzquantum bestimmt werden kann. Beim ersteren Verfahren muss mit dem Concentrationsgrad gewechselt werden, wenn auf die Beschaffenheit des Canalwassers Rücksicht genommen werden soll. Es ist wichtig, dass mehr, als bisher geschehen, durch genaue Untersuchungen über die Beschaffenheit der einzelnen normalen Tage- und Stundenwasserzulaufmenge, für die einzelnen Kläranlagen das Desinfectionsbedürfniss näher festgestellt und darnach Erfahrungssätze für das erwünschte Maass des Chemikalienzusatzes gewonnen werden.

Art der Einleitung der Chemikalien in das Canalwasser.

Die Chemikalien sind dem Canalwasser möglichst auf die ganze Breite des Zulaufes vertheilt zuzusetzen. Die für die Ausnützung der Chemikalien und besonders für die gute Desinfectionswirkung erforderliche innige Mischung geschieht entweder in längeren Mischcanälen, in welchen gewöhnlich durch öftere Bewegungsumkehr des Wassers oder durch eingesetzte Zungen eine vermehrte Durchmischung erzielt wird. Auch besondere Aufwirbelungsvorrichtungen sind für eine innige Mischung vortheilhaft.

Klärbehälter.

Nach erfolgter Mischung des Canalwassers mit den Klärmitteln wird dasselbe den Klärungsbehältern übergeben, in welchen die durch die chemischen Reaktionen gebildeten unlöslichen Körper nebst den im Canalwasser an sich vorhandenen suspendierten Stoffen zur Abscheidung gelangen sollen.

Klärbecken.

Die Klärbehälter theilen sich in zwei grosse Gruppen, nämlich in die Klärbecken und in die Klärbrunnen. Erstere, mit welchen z. B. die Frankfurter Klärungsanlage ausgestattet ist, erhalten Breiten von 5—10 m, Längen von 30—100 m und Tiefen von 2—3 m. Die Sohle erhält ein starkes Gefälle 1 : 25—1 : 75 nach einem tiefsten Punkt, von welchem aus der niedergeschlagene Schlamm abgepumpt oder nach tiefer liegenden Schlammbecken abgeleitet werden kann. Die Querschnitte der Klärbecken werden nach der Regel berechnet, dass die durchschnittlich durchfliessende Wassermenge eine mittlere Geschwindigkeit von 2—4 mm erhalten soll. Der zur Aufnahme des Schlammes vorgesehene untere Querschnitt von etwa 0.75 m durchschnittlicher Höhe hat selbstverständlich ausser Ansatz zu bleiben. Das Canalwasser wird in möglichst gleichmässiger Schicht durch breite Ueberfälle von einem Vertheilcanal aus in die Klärbecken eingeführt und am anderen Ende derselben, zweckmässig mittelst einer Eintauchplatte je nach den Temperaturdifferenzen des Wassers im Klärbecken mehr oder weniger nahe der Oberfläche, in ebenso gleichmässiger breiter Schicht zum Austritt gebracht. Hierdurch wird die für alle Klärbehälter so äusserst wichtige Gleichmässigkeit der Strömung und Ausnutzung des Klärraumes am besten bewirkt.

Durchflussgeschwindigkeit.

Schlammentfernung aus denselben.

Der Schlamm lässt sich während des Betriebes bei den Beckenanlagen nicht entfernen, weil er auf so weite Entfernungen von den Pumpen nicht herangesogen werden kann, also anstatt Schlamm sehr bald Wasser gepumpt werden würde. Die Becken müssen vielmehr alle 6—10 Tage ausgeschaltet werden, bevor der Schlamm in Fäulniss und Gährung übergeht. Nach vorsichtigem Ablassen des über dem Schlamm stehenden klaren Wassers durch Schwimmerabläufe, Jalousie- oder Dammbalkenschieber kann alsdann der Schlamm abgepumpt werden, wobei derselbe mittelst breiter Schaufeln manuell oder durch maschinelle Vorrichtungen nach dem Pumpenloch hingeschoben wird. Dichter Schlamm kann auch ausgebaggert werden. Für diese Betriebe sind mindestens 2 Becken erforderlich. Gewöhnlich sind 3 oder 4 angeordnet.

Vortheile der Becken.

Die Becken haben den grossen Vortheil, dass die zulässige Durchflussgeschwindigkeit grösser sein darf als die Ausfallgeschwindigkeit des Schlammes, weil es den langsamer sinkenden Theilchen bei ausreichender Länge der Becken doch möglich ist, den Boden vor dem Austritt des Canalwassers zu erreichen. Auch Schwankungen der Durchflussgeschwindigkeit haben bei den Becken aus diesem Grunde keinen wesentlich ungünstigen Einfluss auf das Klärungsresultat. Um diese Vortheile der Klärbecken, sowie die Desinfectionswirkung der Chemikalien recht auszunutzen, empfiehlt es sich, die Länge der Becken so zu bemessen, dass das Canalwasser durchschnittlich 4—6 Stunden in ihnen verbleibt. Bei einer Durchflussgeschwindigkeit von durchschnittlich 3 mm ergäbe sich hiernach eine Beckenlänge von 43,2—64,8 m. Bei 2 mm eine solche von 28,8—43,2 m.

Durchflussdauer.

Beckenlänge.

Nachtheile.

Dagegen ist die Nothwendigkeit der Ausschaltung der Becken behufs der Schlammbeseitigung, womit in der Regel unangenehme Gerüche verbunden sind und die Continuität des Betriebes immerhin eine Störung erleidet, als ein Mangel der Beckenanlagen zu bezeichnen. Ferner ist der im Mittel 4—5tägige Verbleib des Schlammes in denselben nicht günstig, da dieser um soviel früher bei einer späteren Lagerung in Fäulniss übergeht. Auch ist die Anlage von Becken dort ungeeignet, wo sehr am Platze gespart werden muss.

Klärbrunnen und deren Vorzüge.

Die Vorzüge eines vollständig continuierlichen Betriebes mit Schlammbeseitigung während desselben nebst geringem Platzbedarf weisen dagegen die Klärbrunnen auf. Dieselben sind cylindrische oder auch quadratische und rechteckige Behälter von 20—50 qm Querschnittfläche, in welche das Canalwasser etwa im unteren Drittel eintritt und nach oben abfliesst. Bei dem Aufsteigen fallen die

Schwebekörperchen aus und sinken durch das nachrückende Wasser hindurch zu Boden. Hierbei findet ein Anhängen der aufsteigenden Schlammtheile an die herabsinkenden und damit eine Beschwerung derselben statt. Dadurch, dass das aufsteigende Wasser durch die immer mehr Raum einnehmenden Schlammtheilchen hindurchsickern muss, wird eine gegenüber der Ablagerung im Becken vermehrte filtrierende Wirkung des absteigenden Schlammes ausgeübt, ähnlich als ob sich fortwährend feine leichte Gewebe durch das Wasser herabsenken würden. Hierdurch wird nicht allein eine gute Klärwirkung erzielt, sondern auch die Chemikalien und besonders der Kalk vollständig ausgenutzt. Soweit nämlich in dem herabfallenden Schlamm noch ungebundener Aetzkalk vorhanden ist, wird derselbe gelöst und weiterhin zur Ausfällung bezw. zur Desinfectionswirkung verwendet. Der in dem, nach dem Boden hin verjüngten, unteren Theil des Klärbrunnens sich absetzende Schlamm kann vom tiefsten Punkte des Brunnens in dem Maasse, wie er entsteht, abgepumpt werden. Es ist nur dafür Sorge zu tragen, dass der Schlamm stets eine bestimmte Höhe über der Saugrohreinmündung der Pumpe einnimmt und gleichzeitig keine zu grosse Consistenz erreicht, damit das Durchbrechen von Wasser nach dem Pumpenrohr vermieden wird. Allerdings ist dieser Schlamm mit mehr Wasser — etwa bis 95 $^0/_0$ — behaftet, als der aus den Becken gepumpte. Schlammbeseitigung.

Die vorteilhafte Klärwirkung der Brunnen tritt aber nur dann ein, wenn die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wassers geringer ist, als die Ausfallgeschwindigkeit des grössten Theils der suspendierten Stoffe, so dass diese in der für das Mitreissen der feineren Stoffe genügenden Menge ausfallen, oder mit anderen Worten ein für diese Stoffe hinreichend dichtes Filter bilden. Hieraus schon geht hervor, dass die Durchflussgeschwindigkeit eine geringere sein muss als in Beckenanlagen. In der Regel sollte man nicht über 1—2 mm oder durchschnittlich 1,5 mm Geschwindigkeit für den mittleren Canalwasserzulauf annehmen. Die Klärwirkung gewinnt aber unbedingt, je geringer diese Geschwindigkeit angenommen wird und sollten 1,5 mm möglichst nicht überschritten werden. Durchflussgeschwindigkeit.

Die Dauer des Durchflusses durch die Klärbrunnen kann mit Rücksicht auf die bessere Ausnutzung der Desinfectionskraft der Klärmittel geringer als die für Klärbecken nöthige angenommen werden. Jedoch sollte unter eine $1^1/_2$ und besser 2stündige Dauer bei Bemessung der Brunnendimensionen nicht heruntergegangen werden. Durchflussdauer.

Unter der Annahme einer Geschwindigkeit von $1^1/_2$ mm ergäbe sich hiernach für die Klärbrunnen bei anderthalbstündiger Klär- Brunnentiefen.

dauer eine Tiefe von 8,1 m und bei 1 mm Geschwindigkeit von 5,4 m und mit Berücksichtigung der auf etwa 1,5 m zu bestimmenden Schlammtiefe eine Gesammttiefe von rund $10^1/_2$ bezw. 7 m. Bei Annahme zweistündiger Wirkungsdauer müssen Tiefen von rund $12^1/_2$ bezw. 9 m gewählt werden. Brunnen in diesen Abmessungen sind aber in vielen Gegenden mit Rücksicht auf die Untergrundsverhältnisse (grosser Wasserandrang pp.) schwierig und kostspielig auszuführen. In solchen Fällen schaltet man entweder zwei Klärbrunnen hintereinander oder man bedient sich des Röckner-Rothe'schen Klärthurmes.

Doppel-brunnen.

Bei der ersten Anordnung erscheint es zweckmässig die Durchflussgeschwindigkeit im ersten Brunnen gegenüber der im zweiten grösser zu halten, etwa dadurch zu verdoppeln, dass einem Brunnen ein Brunnenpaar nachgeschaltet ist. Dadurch kommen auch die feineren Schlammtheilchen in der zweiten Brunnenreihe zum Niederschlag, während sie andernfalls, einmal durch die ersten Brunnen durchgegangen, bei nicht verminderter Geschwindigkeit auch im zweiten sich nicht so leicht niederschlagen würden.

System Röckner-Rothe.

Bei den Kläranlagen nach dem Röckner-Rothe'schen System setzt sich der Brunnen oberirdisch dadurch fort, dass in demselben ein unten offener, luftdicht gebauter Eisencylinder von 6—8 m Höhe und etwas geringerem Durchmesser als die Brunnenweite (gewöhnlich 4—5 m) eintaucht. Die im Cylinder enthaltene Luft wird von einem aufgesetzten Saugrohr aus durch eine Luftpumpe abgesaugt, sodass das Wasser in ihm infolge des äusseren Atmosphärendruckes hochsteigt und durch ein oben angebrachtes Ueberlaufrohr abfliesst, welches tiefer einmündet als das freie Schmutzwasserniveau im Brunnen. Der Cylinder mit dem Ueberlaufrohr bildet also, wie ersichtlich, einen grossen Heber, welcher, einmal gefüllt, so lange selbstthätig im Betrieb bleiben wird, bis durch die im oberen Theil desselben sich sammelnde Luft und den dadurch ausgeübten Gegendruck die Wassersäule wieder abläuft. Da aber durch die Luftpumpe die sich sammelnde Luft fortwährend abgepumpt wird, so wird dadurch eine andauernde Heberwirkung erzielt.

Vortheil des Systems.

Das Röckner-Rothe'sche System hat gegenüber den gewöhnlichen Brunnen den Vorzug, dass die bei der Klärung entstehenden und etwa aus dem Wasser ausdünstenden Ammoniakgase, wenn sie auch schliesslich nur sehr wenig missständiger Natur sind, abgesaugt werden und kleinere an den Schwebekörperchen hängende Luftbläschen, welche die Absetzung derselben hindern, infolge der über der Wasserfläche vorhandenen Saugwirkung schneller beseitigt werden. Die ab-

gesaugte Luft wird gewöhnlich unter die Röste von Kesselfeuern oder in Ventilationsschornsteine geführt. —

Bei allen Klärbrunnen ist die grösste Wichtigkeit auf einen solchen Eintritt des Wassers zu legen, dass in dem gesammten Brunnenquerschnitt eine gleichmässige Strömung entsteht. Dies geschieht gewöhnlich durch centrale Einführung eines nach abwärts gerichteten und an seiner Mündung trichterförmig erweiterten Rohres, über dessen Rand das Wasser gleichmässig austritt, um alsdann durch besondere Vertheilschirme (Röckner-Rothe, Patent), oder durch Vertheilrinnen (Dortmund, Patent) gleichmässig auf den ganzen Wasserquerschnitt überzugehen. An Stelle des centralen Einlaufs kann auch ein tangentialer gewählt werden, welcher durch grössere auf den ganzen Umfang des Brunnens vertheilte wagerechte Schlitze gebildet wird. Der Ablauf erfolgt durch Rinnen, welche so über der oberen Wasserfläche angeordnet sind, dass das Wasser gleichmässig abzieht.

Wassereinströmung in die Klärbrunnen.

Vertheilschirme und -Rinnen.

Die Querschnitte für die nach den Brunnen hin absteigenden Wässer können ziemlich klein gehalten werden, da bei der Abwärtsbewegung des Wassers auf eine Klärwirkung Verzicht geleistet werden kann. Es ist nur dafür zu sorgen, dass die Eintrittsgeschwindigkeit in den Brunnen so gering ausfällt, dass keine Strömungsstörungen erfolgen. —

Als Beckenanlage ist die Kläranstalt zu Frankfurt, als Brunnenanlage mit einfachen tiefen Brunnen diejenige zu Dortmund, als Anlage mit Doppelbrunnen, jedoch von gleicher Weite, diejenige zu Halle, nach Röckner-Rothe die Anlage zu Essen erbaut, während die Kläranlage zu Wiesbaden eine Combination beider Systeme darstellt, bei welcher zuerst zwei hinter einander liegende rechteckige Tiefbrunnenabtheilungen und alsdann erst eine Beckenanlage ausgeführt sind. —

Ausgeführte Beispiele der verschiedenen Kläranlage-Systeme.

Betreffs der Frage, ob die Kläranlagen überwölbt werden müssen, ist anzuführen, dass der Frost in den Klärbetrieb nicht störend eingreift, indem das Canalwasser fast stets soviel Wärme besitzt, dass Becken oder Brunnen auch selbst in strengen Wintern nicht leicht zufrieren. Wo die Canäle und damit auch gewöhnlich die Kläranlage ziemlich tief zu liegen kommen, ist eine Ueberwölbung jedenfalls am Platze, während mehr oberirdisch liegende Kläranlagen, sofern sie nicht ganz offen bleiben, meistens eine leichte Ueberdachung oder eine einfache Abdeckung erhalten. Jedenfalls haben die geschlossenen Anlagen den Vortheil grösserer Geruchlosigkeit für die Umgebung. Der Innenraum muss jedoch gut gelüftet werden, damit auch der Aufenthalt in demselben nicht mit Belästigungen verbunden ist. Die

Ueberwölbte, gedeckte und offene Kläranlagen.

Lage der Kläranlage ist thunlichst weit vom Stadtbering und in möglichst einsamer Gegend zu wählen, weil dadurch die Beseitigung und Verwendung der Rückstände der Klärung weniger Schwierigkeiten macht.

Verbleib der Rückstände der Kläranlage, insbesonders des Schlammes.

Rückstände der Sandfang- und Siebanlagen.

Die Beseitigung der Rückstände der Sandfang- und Siebanlagen bieten ihrer geringen Menge halber keine grossen Schwierigkeiten. Der mehr sandige Inhalt der Sandfänge kann zur physikalischen Verbesserung schweren Bodens verwendet werden, oder er wird einer Auswaschung unterzogen und der hieraus gewonnene Sand nach gehöriger Lagerzeit zu Mauerarbeiten verwendet. Vielfach wird er auch mit den Siebrückständen gemischt und mit diesen verwerthet. Die Siebrückstände enthalten besonders in schwemmcanalisierten Städten soviel Dungstoffe, dass es sich lohnt, sie mit Torfmull unter Beigabe von etwas Kalk zu compostieren. Man erhält dadurch nach etwa einjähriger Lagerung einen recht brauchbaren Dünger, welcher beispielsweise bei der Wiesbadener Kläranlage in 100 Gewichtstheilen 55,58 Theile Wasser, 0,76 Theile Stickstoff (und zwar in Form von Ammoniak 0,04, Salpetersäure 0,23, in organischer Substanz 0,49 Theile), sowie 0,54 Theile Phosphorsäure und 0,07 Theile Kali enthält. Wo für die Siebrückstände als Dung sich schwer Absatz finden lässt, werden dieselben am geeignetsten einem Verbrennungsofen (Destructor) übergeben.

Klärschlammbeseitigung.

Eine fast noch ungelöste Frage ist dagegen die Beseitigung des in grossen Mengen sich ergebenden Klärschlamms. Aus einem cbm Canalwasser ergeben sich je nach den verwendeten Klärungsmitteln und der Wasserbeschaffenheit 4—10 l Schlamm von durchschnittlich 90 % Wassergehalt.

Menge.

Dungwerth.

Der Dungwerth dieses Schlammes ist ein sehr geringer, da in einem cbm bei dem erwähnten Wassergehalt durchschnittlich selten mehr als 1 kg Stickstoff, um ein Geringes mehr Phosphorsäure und sehr wenig Kali enthalten sind. Der Schlamm ist daher nur bei besonders billiger Transportgelegenheit vortheilhaft als Dünger verwendbar, wie sich denn auch erfahrungsgemäss keine Nachfrage nach demselben zeigt.

Pumpen des Schlammes in Abfuhrfässer.

Während es bei ganz kleinen Kläranlagen immerhin noch recht zweckmässig erscheint, den sich ergebenden Schlamm unmittelbar in Fässer zu pumpen und auf die benachbarten Felder zu fahren, würde dieses Mittel der Schlammbeseitigung für grössere Mengen zu kostspielig sein. Es kommen für die Beseitigung des Schlammes

bei grösseren Kläranlagen vielmehr folgende hauptsächliche Verfahren in Betracht, welche je nach den örtlichen Verhältnissen ausgewählt werden müssen:

Pumpen des Schlammes nach Schlammgruben und weitere Verwendung desselben zur Düngung oder Terrainaufhöhung.

1) Aufpumpen des Schlammes von den Kläranlagen nach besonderen Schlammgruben, welche drainiert sind, und in welchen sich durch Absickerung des Wassers der Schlamm so verdichtet, dass er stechbar wird und leicht abgefahren werden kann. Sein Volumen nimmt hierbei um gut die Hälfte ab. Die Abfuhr geschieht zweckmässig auf Feldbahngleisen entweder behufs Düngung oder vielfach zum Zweck der Terrainerhöhung. Im letzten Fall wird der Schlamm untergegraben oder auch mit Erde aus einem nebenanliegenden Terrainstreifen bedeckt, welcher später gleichfalls mit Schlamm aufgefüllt wird. Die Kosten dieser Beseitigung des Schlammes betragen für das cbm durchschnittlich 1,20 M. oder für das cbm Schmutzwasser etwa $^1/_3$—$^1/_2$ Pf. Selbstredend dürfen auf derartig aufzuhöhendem Terrain nicht innerhalb eines absehbaren Zeitraumes Wohngebäude errichtet werden. Auch soll solches möglichst weit entfernt von menschlichen Wohnstätten liegen (mindestens 1—2 km), damit keine Geruchsbelästigungen eintreten können.

Unmittelbares Fortpumpen des Schlammes aus den Kläranlagen nach entlegenen Ablagerungs- und Bewirthschaftungsländereien.

2) Mehr Vortheil verspricht das Fortpumpen des Schlammes unmittelbar aus der im Betriebe stehenden Kläranlage entweder nach einsam gelegenen Gegenden, in welchen die einfache Schlammablagerung auf keinerlei sanitäre Bedenken stösst, oder in grössere landwirthschaftliche Bezirke, in welchen der dünnflüssige Schlamm auf Feldbahngleisen verfahren und direct von den Lowrys (Rollwagen) durch Ablaufröhren auf das Feld aufgebracht wird. Der Transport des Schlammes durch Pumpen und das Aufbringen desselben auf die Felder vermittelst nicht zu weiten Feldbahntransportes ist so billig, dass die Gesammtkosten nicht leicht 0,50 M. für das cbm Schlamm übersteigen, welches immerhin einen Dungwerth von 0,75—1,00 M. frei Dungstelle besitzt. Der Landwirth wird also den Aufwand von 0,50 M. für das cbm leicht tragen können. Eine derartige Schlammleitung hat ausserdem noch den Vorzug, dass je nach Bedarf, ausser dem Schlamm, Canalwasser zur Bewässerung gepumpt werden kann. Der Schlamm muss auf weitere Strecken recht dünnflüssig gepumpt werden, damit keine Rohrverstopfungen eintreten. Es ist desshalb eventuell die Anlage eines Sedimentierbeckens an der Ausflussstelle behufs Wiederconcentration des Schlammes erforderlich. Eine Versuchsanlage dieser Art ist nach den Vorschlägen des Verfassers für die Wiesbadener Kläranlage projectiert und zur Zeit in Ausführung begriffen.

Ausbringung des Schlammes auf Felder durch Feldbahnen.

Die Ausbringung des Schlammes auf die Felder durch Feldbahnen ist schon seit mehreren Jahren mit grossem Erfolge auf dem Gute Mönchhof am Main zwischen Frankfurt und Mainz eingeführt. Es werden zu diesem Zwecke jährlich etwa 14000 cbm Schlamm durch ein Reservoirschiff von der Frankfurter Kläranlage herbeitransportiert. Die gesammten Transportkosten betragen dort etwa 45 Pf. für das cbm. — Bei der Schlammdüngung kommt es wesentlich darauf an, dass entsprechend dem geringen Dunggehalt ausreichend grosse Mengen auf die Felder gebracht werden. Auf dem Mönchhof wird auf das ha jährlich eine bis zu 50 cbm steigende Schlammmenge aufgebracht.

Theilung der Klärung in eine mechanische und nachfolgende chemische Klärung unter Verwerthung des mechanisch gefällten Schlammes als Dünger und Brennen des Kalkschlammes.

3) Wo der Kalkgehalt des Schlammes für die Düngung störend ist, empfiehlt sich manchmal eine Theilung der Klärung in eine nur mechanische Sedimentierung, deren Schlammrückstände etwa den doppelten Dungwerth gegenüber dem Schlamm bei Kalkklärung haben und nach den Feldern gepumpt werden, und in eine — nach Entfernung der suspendierten Stoffe um so mehr desinficierende — Kalkklärung, deren kalkreiche Rückstände durch Filterpressen unter vor- oder nachheriger Hinzufügung von Ziegellehm zu Kuchen gepresst und in Kalk- oder Ringöfen ähnlich dem später erwähnten General Scott'schen Verfahren zu hydraulischem Kalk gebrannt werden (Concurrenzproject des Verfassers für die Kläranlage der Stadt Leipzig, October 1893, III. Preis). — Auch der aus der gewöhnlichen Kalkklärung hervorgehende unvermischte Klärschlamm kann nach erfolgter Entwässerung durch Filterpressen, Schlagen zu Formstücken und Trocknen, in Kalk- oder Ringöfen unter Vernichtung aller organischen Stoffe zu einem brauchbaren, dem Romancement ähnlichen, hydraulischen Kalk gebrannt werden, wie aus Versuchen des Verfassers mit Sicherheit hervorging. Der in dem Brenngut enthaltene basisch phosphorsaure Kalk wirkt hierbei gleichfalls als hydraulisches Bindemittel. (Dieses Verfahren ist von Bruch-Wiesbaden zum Patent angemeldet.)

Schlammverarbeitung durch Filterpressen.

4) Die Verarbeitung des Schlammes in Filterpressen zu festen Kuchen von etwa 55—60 % Wassergehalt wird in Halle geübt. Es ist zweifellos die reinlichste und geruchloseste Behandlung des Schlammes, jedoch finden die Filterkuchen, wegen des geringen Dungwerthes meist schlechten Absatz.

Verbrennen der Filterkuchen.

Das Brennen der Filterkuchen entweder auf oben bezeichnete Arten, oder eine mit dem städtischen Haus- und Strassenkehricht gemeinschaftlich vorzunehmende Verbrennung in Kehrichtverbrennungsanlagen muss daher gewöhnlich als nothwendige Ergänzung des Filterpressenbetriebes bezeichnet werden. — Die Rückstände

der Kläranlage werden gemeinschaftlich mit dem Haus- und Strassenkehricht in Ealing bei London erfolgreich verbrannt. Auch die Rückstände der Abwässer aus dem Ausstellungsgebiet von Chicago wurden einem Verbrennungsprocess mit Erfolg unterworfen.

Zu erwähnen ist noch das General Scott'sche Verfahren, bei welchem dem Klärschlamm vor dem Brennen Thon zugesetzt wird, um durch Mahlung des Brenngutes Portlandcement zu erhalten. Dieses Verfahren soll für einen Theil der Abwässer in Reims eingeführt sein. Schlammverwerthung nach Scott.

In der grossen Praxis ist bis jetzt fast nur die Schlammbeseitigung durch Ablagerung und Abfuhr mit oder ohne Filterpressen in Anwendung. In Deutschland existiert kaum ein anderes Verfahren. Die Einführung von Verbrennungsanlagen ist noch in der Entwickelung begriffen. Es ist aber wohl kein Zweifel, dass die Schlammfrage ihrer vollständigen Lösung nicht mehr allzufern steht. Die zufriedenstellende Beseitigung des Klärschlammes ist um so wichtiger, als die Erfahrung bei den Klärbetrieben zeigt, dass die Schlammablagerungen die fast alleinige Quelle der bei Kläranlagen zeitweise auftretenden üblen Gerüche sind, weil der Schlamm sehr bald in Fäulniss übergeht. Das Canalwasser selbst verbreitet nur einen schwach fauligen und nach der Klärung ammoniakalischen Geruch, welcher durch Abdecken der Wasserflächen und geeignete Ventilation von den Kläranlagen nahezu vollständig beseitigt werden kann. Wichtigkeit der Lösung d. Schlammfrage.

Kosten der Kläranlagen.

Die Anlagekosten einer Kläranlage einschl. der Schlammunterbringung betragen für das Tages-cbm zwischen 18 und 36 M. oder durchschnittlich etwa 25 M.; für den Kopf 4—7 M., oder durchschnittlich 5 M. Die jährlichen Betriebskosten einschliesslich Verzinsung und Amortisation bewegen sich zwischen 0.60—2.8 Pf. oder im Mittel 1.5—1.7 Pf. für das cbm, bezw. 0.50—1.70 M. für den Kopf und das Jahr, und durchschnittlich 1 M. jährlich. Anlagekosten. Betriebskosten.

Gesammtwirkung der Kläranlagen.

Die Gesammtleistung der Kläranlagen kann bei Verwendung von Aetzkalk oder ätzkalkreichen chemischen Mitteln im grossen Durchschnitt dahin characterisiert werden, dass durch dieselben aus dem Canalwasser durchschnittlich 90 % aller suspendierten Stoffe ausgefällt werden, während der Bakteriengehalt um 70—90 % vermindert wird, so dass die weniger widerstandsfähigen pathogenen Keime in den meisten Fällen als vernichtet angenommen werden dürfen. Die Gesammtmengen der gelösten Stoffe, besonders die Ammoniak- und Kaligehalte vermindern sich nicht, während Phosphorsäure nahezu

vollständig ausgefällt wird. Die gelösten organischen Stoffe erfahren in der Regel nicht nur keine Verminderung, sondern nicht selten sogar eine Zunahme. Die üblen Gerüche des Canalwassers werden zum grossen Theil beseitigt. Das gereinigte Wasser geht solange nicht in Fäulniss über, als überschüssiger Aetzkalk vorhanden ist. — Die chemische Klärung kann also nicht als eine in hygienischer Hinsicht vollkommen befriedigende bezeichnet werden, aber es muss anerkannt werden, dass durch die fast vollständige Beseitigung der suspendierten organischen Stoffe und durch die Tödtung eines grossen Theils der Bakterien eine recht bedeutende Verbesserung der städtischen Abwässer erzielt und die mit dem Einleiten derselben in die Flüsse verbundene Infectionsgefahr in hohem Grade vermindert wird.

Hygienische Beurtheilung der Kläranlagen.

Vollständige Desinfection eine noch zu lösende Hauptaufgabe.

Eine unter allen Umständen sichere Vernichtung der pathogenen Keime kann allerdings erst durch eine vollständige Desinfection des Canalwassers erreicht werden. Eine solche muss desshalb auch als eine der noch zu lösenden Hauptaufgaben der chemischen Klärung bezeichnet werden.

Schwierigkeiten der Verwendung grosser Kalkmengen.

Zur Zeit steht der Anwendung von Kalk in der für die ausreichende Desinfection benöthigten Menge (rd $1^0/_{00}$) der Umstand entgegen, dass die Betriebskosten durch die erhöhten Kosten der Kalkbeschaffung und die vermehrte Schlammproduction sehr vertheuert werden. Das zum Abfluss gelangende geklärte Wasser würde ausserdem so viel gelösten Aetzkalk enthalten, dass sehr missständige Schlammablagerungen durch den sich wieder bildenden kohlensauren Kalk entstehen würden. Um diese Missstände zu vermeiden, müssen daher aus praktischen Gründen gewöhnlich nothgedrungen geringere Kalkmengen ($^1/_4$—$^1/_2{}^0/_{00}$) verwendet werden, wobei um so mehr darauf zu sehen ist, dass der Kalk für die Desinfectionswirkung, wie auch schon früher erwähnt, möglichst ausgenutzt wird. Dies geschieht vor allen Dingen dadurch, dass man den Aetzkalk bei genügend langer Einwirkungsdauer in recht feiner Vertheilung, also unter inniger Vermischung und möglichst in gelöster Form auf das Canalwasser einwirken lässt. Hierdurch wird das Eindringen des Aetzkalkes in das Bakterieneiweiss und dadurch das Gerinnen von diesem, somit die Tödtung der Bacterien, wesentlich gefördert. Am geeignetsten würde also der Zusatz des Kalkes in Form von Kalkwasser erfolgen. Dies ist aber wegen der grossen hierzu benöthigten Wassermenge bei den bisherigen Anlagen praktisch nicht durchführbar; desshalb wird eine möglichst grosse Verdünnung der Kalkmilch durch Zuführung von Wasser in die Kalkmilchzuleitung (Nachspülung) empfohlen.

Wichtigkeit grosser Einwirkungsdauer und möglichst feiner Vertheilung des Kalkhydrats.

Einleitung des in Kläranlagen gereinigten Canalwassers in die Wasserläufe.

Da das geklärte Wasser noch Bacterien enthält, unter welchen, obwohl es wenig wahrscheinlich ist, infectionsfähige pathogene Keime vorhanden sein können, da es ferner die gelösten, fäulnissfähigen Stoffe des Canalwassers noch besitzt, so kann dasselbe nicht ohne Weiteres jedem Wasserlaufe überantwortet werden. Es muss vielmehr unbedingt das geklärte Canalwasser bei der Einmündung in einen Wasserlauf eine Verdünnung erfahren, welche ausreicht, um der Fäulniss der gelösten organischen Substanz wirksam entgegen zu treten, und es muss ferner eine solche Geschwindigkeit vorfinden, dass der ausfallende einfach kohlensaure Kalk möglichst so lange in der Schwebe gehalten wird, bis er vom Wasser als doppelt kohlensaurer Kalk gelöst werden kann. Nothwendigkeit der Verdünnung des geklärten Wassers.

Diese Bedingungen dürften durch eine auf den Kopf treffende Tageswassermenge des aufnehmenden Wasserlaufs von 2—5 cbm je nach der grösseren oder geringeren Wassergeschwindigkeit desselben erfüllt werden. — Geringere Flusswassermengen werden nur unter ganz besonders günstigen Verhältnissen (einsame Lage, starke Gefälle, vortheilhafte Quer- und Längenprofile) als ausreichend erachtet werden können. — Berücksichtigt man, dass die alkalische Reaction des geklärten Canalwassers zweifellos dem Selbstreinigungsprocess in den Gewässern förderlich ist, so wird unter den oben genannten Umständen die durch die chemische Klärung ohnehin so wesentlich verminderte Infectionsgefahr ausser Betracht bleiben können; selbstredend müssen aber die Einmündungen der Canalwässer unter den im vorigen Kapitel beschriebenen hauptsächlichen Vorsichtsmaassregeln erfolgen. — Nothwendige Wassermenge des aufnehmenden Flusslaufes.

Erst wenn es gelänge die Schwierigkeiten zu beseitigen, welche dem Zusatz einer so grossen Menge überschüssigen Aetzkalkes entgegenstehen, dass eine auf alle Fälle gesicherte Desinfection der Canalwässer bewirkt wird, könnte bei ausreichender Vedünnung der Einlass in die Gewässer in hygienischer Hinsicht als unbedingt zulässig bezeichnet werden. König und Hulwa haben desshalb vorgeschlagen, die Klärwässer vor dem Einleiten in den Fluss mit Schornsteinluft bezw. Kohlensäure zu behandeln und so den Aetzkalk nach erfolgter Desinfection auszufällen. Allein gegen dieses Verfahren bleiben die Bedenken betreffs der hohen Kosten der Kalkbeschaffung bestehen. Ueberwindung der einer vermehrten Kalkzufuhr entgegenstehenden Schwierigkeiten. Vorschläge von König und Hulwa.

Es scheint nun, dass durch ein neuerdings von Dr. Ostermann-Wiesbaden zum Patent angemeldetes Verfahren die bislang bestehenden Schwierigkeiten gehoben und hierdurch nunmehr eine Klärungsmethode Chemisches Klärverfahren nach Dr. Ostermann.

gegeben sei, durch welche ausser einer zweckmässigen Wiederbenutzung des Klärschlammes eine vollständig sichere Desinfection bewirkt werde.

Beschreibung dieses Verfahrens.

Bei dem genannten Verfahren wird das Canalwasser durch einen mit Aetzkalk bezw. Kalkmilch gespeisten tiefen Schacht, oder sonst geeigneten Behälter, so mit mässiger Geschwindigkeit hindurchgeleitet, dass nach Ausfällung der unlöslichen Kalkverbindungen eine vollständige Sättigung des Canalwassers mit Aetzkalk eintritt. Hierzu sind je nach dem Gehalte des Canalwassers an den durch Kalk ausfällbaren Stoffen für das cbm etwa 1.4—1.5 kg Calciumoxyd erforderlich, entsprechend einem etwa 30% höheren Kalkhydratgewicht. Die in diesem Canalwasser befindlichen Bacterien sind hiernach der gleich gründlichen Desinfection wie durch völlig gesättigtes Kalkwasser ausgesetzt. Von dem Sättigungsraum fliesst das Canalwasser nach einer Kläranlage, welche nach irgend einem System gebaut sein kann. Auf dem Wege dorthin wird es mit Kohlensäure und Feuergasen imprägniert und so nahezu der ganze gelöste Kalkgehalt aus dem Canalwasser wieder ausgefällt. Der hierdurch entstehende Schlamm wird in Filterpressen zu Kuchen verdichtet und diese eventuell nach vorheriger Trocknung in einem oder mehreren Kalköfen gebrannt und dadurch ein Brenngut gewonnen, welches das für das Canalwasser benöthigte Calciumoxyd liefert. Hierbei wird die ganze Kohlensäure wieder abgegeben und einschliesslich der übrigen, durch die Verbrennung der organischen Substanz und des zugegebenen Brennmaterials entstehenden Kohlensäure und der sonstigen Feuergase, nach vorheriger allenfallsiger Reinigung, durch eine Pumpe dem gesättigten Canalwasser wie bereits bemerkt zur Absorption zugeführt, so dass also ein vollständiger Kreislauf mit steter Wiedergewinnung des Kalkes gebildet ist. Der immerhin erforderliche Kalkzuschuss dürfte kaum mehr als 150 g für das cbm Canalwasser betragen, kann sogar bei sehr hartem (kalkhaltigen) Canalwasser theoretisch auf 0 und in der Praxis vielleicht auf 50—75 g herabgehen. Die Kalkofengase sollen eventuell auf ihrem Wege zum Canalwasser einen Scrubber passieren, um durch denselben in ähnlicher Weise wie bei der Leuchtgasfabrikation Ammoniakwasser bezw. schwefelsaures Ammon zu gewinnen.

Durch dasselbe bewirkter hygienischer Fortschritt.

Dieses Klärungssystem beruht unzweifelhaft auf richtigen Grundsätzen und dürfte dazu führen, dass die hiernach arbeitenden Kläranlagen ein völlig bacterienfreies Canalwasser zu liefern im Stande sind. Der dem Canalwasser etwa noch anhaftende Ammoniakgeruch soll bei diesem Verfahren durch Zusatz schwefliger Säure behoben werden.

Sofern die gegenwärtig stattfindenden eingehenderen Untersuchungen die durch die bisherigen Versuche erzielten Ergebnisse bestätigen und das Verfahren sich nicht, oder doch nur unwesentlich theuerer als die bisherigen Klärungsmethoden stellt, dürfte die Einführung desselben eine grosse hygienische Verbesserung der Kläranlagen bedeuten. —

Auch bei dieser Klärungsart werden die gelösten organischen Substanzen wohl nur unwesentlich abnehmen. Die Einmündung des in solcher Art geklärten Wassers in einen Wasserlauf wird daher auch wieder nur bei einer in chemischer Hinsicht ausreichenden Verdünnung als statthaft erachtet werden können. —

Electrische Klärmethode.

An dieser Stelle sei noch des electrischen Klärungsverfahrens Erwähnung gethan. Bei derselben wird ein schwacher Strom von einigen Volt Spannung durch das Canalwasser geleitet, wobei Eisenplatten als Electroden dienen. Hierbei findet die bekannte Wasserzersetzung in Wasserstoff und Sauerstoff statt. Der Sauerstoff verbindet sich in Gemeinschaft mit den hinzutretenden Säuren aus dem Canalwasser mit dem positiven Electrodenmetall zu unlöslichen Oxyden. Am negativen Pol werden die aus dem Canalwasser scheidenden Basen gesammelt und gehen weitere chemische Verbindungen ein. Ein Theil der electrolytischen Gase durchlüftet auch das Canalwasser. Ausserdem wurde die Beobachtung gemacht, dass sich die Chlorverbindungen zersetzen, wodurch eine so günstige Klärwirkung entsteht, dass es als vortheilhaft gilt, wenn das Canalwasser recht salzhaltig ist, wesshalb demselben in den englischen Versuchsanstalten Meerwasser zugesetzt wurde. Die Klärung an sich geht nach den dortigen Versuchen rasch und gut vor sich; dies wurde auch durch im Kleinen ausgeführte Versuche des Verfassers bestätigt. Allein diese Klärungsart stellt sich zur Zeit entschieden theurer als die chemische Klärung, ohne dass man eines besseren Resultates versichert wäre, wesshalb umfangreichere Erfahrungen abgewartet werden müssen.

γ) Reinigung des Canalwassers durch Filtration.

Die Erkenntniss, dass die chemisch geklärten Abwässer die Eigenschaft eines völlig gereinigten Abwassers nicht beanspruchen können und daher das Einleiten derselben in kleinere Bachläufe vielfach bedenklich und unzulässig erscheint, hat in manchen Fällen dazu geführt mit den Kläranlagen noch Filtereinrichtungen zu verbinden, um auch die gelösten organischen Stoffe dem Klärwasser zu entziehen.

Petri'sche Methode. Es ist in dieser Beziehung von Petri die Filterung durch Torf vor und nach einer Klärung durch Kalk und Magnesiumsulfat vorgeschlagen worden. Diese Methode hat jedoch, obwohl sich Torf bezw. Torfgrus, auch Torfmull, zur Filtration von Canalwasser sicher vorzüglich eignen, keine ausgedehntere Anwendung gefunden. (In Betrieb auf Strafanstalt Plötzensee bei Berlin.)

Grössere Ausdehnung hat dagegen die Bodenfiltration sowohl durch künstlich hergestellte, als auch natürliche Bodenflächen gefunden.

Filtration durch künstlich hergestellten Filterbette. In ersterem Falle dient hauptsächlich die bei Wasserwerken übliche Filtration als Grundidee; jedoch ist ein besonderes Gewicht darauf zu legen, dass recht kurze Laufzeiten gewählt werden, welchen stets etwa 2—4 mal so lange Ruhezeiten behufs reichlicher Durchlüftung der Filterbette folgen müssen, da sonst leicht Fäulnisserscheinungen eintreten. Der Sand der obersten Schichte wird gewöhnlich von grösserem Korn, als bei den Trinkwasserfiltern gewählt.

Flächenbedarf. Der Flächenbedarf der Filter ist für 1 cbm täglicher Canalwassermenge zu 1—2 qm oder durchschnittlich 1,5 qm anzunehmen. Eine Fläche von 1 ha würde hiernach für etwa 40—50 000 Einwohner einer Stadt ausreichen. Es ist hierbei ausdrücklich vorhergegangene

Vorklärung. chemische Klärung des Canalwassers vorausgesetzt. Ohne Vorklärung sind derartige Filteranlagen nicht zu empfehlen.

Leistung. Der Effect einer solchen Canalwasserreinigung kann in der Hauptsache nur der einer sorgfältigen mechanischen Reinigung sein, durch welche die feinvertheilten schwebenden festen Theilchen zur Abscheidung kommen. Für die gelösten organischen Stoffe kann eine zur völligen Oxydation ausreichende Durchlüftung sowie ein genügendes Bacterienleben nicht zur Wirkung gelangen, wesshalb bei regelmässigem Betrieb wohl selten mehr als 30 % der gelösten organischen Substanzen entfernt werden. —

Bodenfiltration mit grossen Flächen. Eine weitergehende Reinigung des Canalwassers kann durch Benützung natürlichen oder auch künstlich hergestellten Bodens unter Vergrösserung der Filterfläche und durch Filtration mit nur geringem Ueberdruck erzielt werden. Voraussetzung ist

Drainierung. sand- oder kieshaltiger Boden, 1,5—2 m tiefe Drainierung und wenigstens 4—5 m tiefer Grundwasserstand, so dass Grundwasserinfectionen sicher vermieden werden können. Das Schmutzwasser durchdringt hierbei von oben nach unten (absteigende Filtration, im Gegensatz zur aufsteigenden, welche minder wirksam ist) den Boden, fortwährend Luft mit sich führend.

Bei ausreichender Filtrationsfläche wird ein ziemlich gutes

Reinigungsresultat erzielt: Ausscheidung aller suspendierten und 60 bis 80 % der gelösten organischen Substanz, sowie fast aller Bacterien. Reinigungsresultat.

Das cbm einer leichten, zu solchen Filtrationsanlagen tauglichen, Bodenart vermag täglich 20 bis 50 l oder durchschnittlich 35 l Schmutzwasser zu filtrieren, also bei 1,5 m Drainrohrtiefe auf das qm rund 50 Tagesliter, entsprechend einem Bedarf von 3 qm für den Kopf. Flächenbedarf.

Hiernach würde von einem ha die auf 3300 Personen zu rechnende Canalwassermenge gereinigt werden können. Da aber nach englischen Erfahrungen nach einer gewissen Filterzeit jede Filterfläche eine Zeit lang ruhen (intermittierende Filtration) und womöglich jedes dritte oder vierte Jahr der Betrieb auf längere, bis zu einjähriger Dauer ganz eingestellt werden sollte, so wird durchschnittlich ein ha nur für eine Bevölkerung von rund 1000 Köpfen als ausreichend erachtet werden können. In England werden in letzter Zeit je nach den Bodenverhältnissen auf ein ha nur mehr 500—2500 Einwohner gerechnet. —

Auch bei so grossen Filterflächen können Missstände durch Schlammansammlungen an der Oberfläche, sowie Geruch nicht ferngehalten werden. Missstände.

Vorherige Klärung, wenigstens mechanische Sedimentierung mit etwas Kalkzusatz ist desshalb auch hier wieder dringend zu empfehlen. Behufs Unterbringung des hierbei gewonnenen Schlammes als Dünger könnte die Oberfläche der Filteranlagen mit Pflanzenwuchs, Acker- und Gartenculturen, besetzt werden. — Vorherige Klärung.

Zur Vermeidung des Geruchs ist die sogenannte Untergrundberieselung (Untergrundfiltration) sehr geeignet. Dieselbe ist hier aufgeführt, weil sie mehr als Filtrations- wie Rieselanlage anzusehen ist, da bei diesem Verfahren der Dungwerth des Canalwassers nur von tief wurzelnden Pflanzen zum Theil ausgenutzt werden kann. Bei dieser Filtrationsart wird das unbedingt vorher zu klärende Wasser durch ein Netz von Drainröhren, dessen einzelne Rohre in Abständen von 1—5 m und in einer Tiefe von 0,2—0,6 m verlegt werden können, dem Boden einverleibt. Die dem Wasserabzug dienenden Drainröhren sind um das Tiefenmaass der Vertheilungsröhren tiefer als gewöhnlich zu legen. Die letzteren können durch Abgangsventile von den Hauptzuführungsleitungen abgeschlossen werden, wodurch die Vertheilung des Wassers in dem Boden intermittierend geschehen kann — Untergrundberieselung.

Die Canalwasserreinigung durch Bodenfiltration ist bis jetzt hauptsächlich in England und in den Vereinigten Staaten zur Ausführung gelangt. Nähere practische Erfahrungsresultate betreffs Kosten Ausgeführte Bodenfiltrationen und Kosten derselben.

und Leistungsfähigkeit fehlen. Die Betriebskosten dürften zwischen 0,40 bis 2,00 M. auf den Kopf wechseln und bei thatsächlich guten Leistungen wohl nie unter 1 M. heruntergehen, um so mehr, als sich zeigt, dass die Bodenfiltrationsanlagen sich an Ausdehnung den Rieselfeldern um so mehr nähern müssen, je höhere Anforderungen in Bezug auf Reinheit des Wassers hinsichtlich der gelösten organischen Stoffe und des Bacteriengehaltes gestellt werden und je weniger sorgfältig die Vorklärung der Canalwässer erfolgt. — Die im Canalwasser enthaltenen Dungstoffe, insbesonders der Stickstoff gehen bei den Bodenfiltrationen zum grössten Theil verloren. Das Drainwasser ist stets reich an Nitraten und Carbonaten. —

Anwendung der Bodenfiltration.

Bodenfiltrationen sind nur da am Platze, wo die Resultate der chemischen Klärung verbessert werden sollen, oder wegen sehr hoher Bodenpreise die Kosten der zur Anlage von Rieselfeldern erforderlichen Flächen nicht erschwinglich erscheinen.

δ) Reinigung des Canalwassers durch Rieselfelder.

Bei keiner Reinigungsmethode städtischen Canalwassers wird eine so grosse Leistung erzielt, als durch die Berieselung.

Reinigungswirkung der Rieselfelder.

Zu der durch die Filtration bewirkten Reinigungswirkung, welche bei den Rieselfeldern der grösser benöthigten Flächen halber in verstärktem Maasse vorhanden ist, tritt noch die mächtig reinigende Wirkung der Pflanzen, welche die Nitrate und besonders Ammoniak, sowie die vom Boden absorbierten phosphorsauren und Kalisalze aufnehmen und eine grosse Menge Wassers zur Verdunstung bringen. Ausserdem lockern sie mit ihren Wurzeln den Boden der Felder und erhalten demselben den Luftzutritt. Durch die Berieselung können vor allen Dingen die Bacterien und suspendierten Stoffe vollständig, sowie bis zu 90 % der gelösten organischen Stoffe und von den gelösten unorganischen bis 60 % ausgeschieden werden. Man erhält sonach durch die Rieselung ein derart gereinigtes Canalwasser, dass dessen Einleitung in die öffentlichen Gewässer oder dessen Fortleitung in Gräben und anderen offenen Rinnsalen ohne Infectionsgefahr und ohne Missstände stattfinden kann. Zu diesen hohen gesundheitlichen Vortheilen tritt noch ein Vorzug in landwirthschaftlicher Hinsicht, weil ein, allerdings nur geringer Theil (etwa 10 bis 15 %) der Dungstoffe des Canalwassers zur Ausnützung als Pflanzennährstoffe kommen.

Voraussetzung zur Erzielung der angegebenen Reinigungsresultate

sind geeigneter Boden, richtige Flächenbemessung, rationelle technische Herrichtung der Rieselfelder, sowie ein wohlgeordneter und verständiger Betrieb. Vorbedingungen.

Etwas mit Lehm gemischter Sandboden ist für Berieselungszwecke am geeignetsten. Bei starkem Lehmgehalt bilden sich leicht Risse, durch welche, gleichwie durch die Zwischenräume von stark durchlässigem Boden, die Wässer zu schnell durchsickern und nur unzureichend gereinigt werden. Fette, lettige Böden eignen sich nicht zur Berieselung. Eignung des Bodens.

Für die Bemessung der Grösse der Rieselfelder ist selbstredend die Bodenbeschaffenheit mit in Betracht zu ziehen. Durchschnittlich darf jedoch angenommen werden, dass für je 250 Einwohner eines Ortes 1 ha Rieselfläche erforderlich ist. Auf die zu reinigende Canalwassermenge bezogen, wechselt bei ausgeführten Anlagen die auf 1 ha bewältigte cbm-Zahl zwischen 10 000 und 50 000. (Berlin 14 000 cbm, Breslau rund 24 000 cbm, Danzig bis 48 000 cbm, Gennevilliers-Paris 40 000 cbm.) Flächenbemessung.

Es empfiehlt sich stets bei Berechnung des Platzbedarfs vorsichtig vorzugehen und von Anfang an nicht mehr als durchschnittlich 15 000 cbm oder 250 Köpfe für das ha in Ansatz zu bringen.

Die technische Einrichtung einer Rieselfeldanlage begreift in sich die Herstellung der Zuleitungen und deren Abzweigungen nebst den dazu erforderlichen Stauvorrichtungen und Schützen; die Anlage der Rieselgräben, die Herrichtung der zu planierenden Acker- und Wiesenflächen nach der für die Berieselung und Bewirthschaftung geeigneten Eintheilung; die Herstellung der zur Ueberstauung und Einstauung einzelner Flächen erforderlichen Eindämmungen; die Herrichtung aller nöthigen Wirthschafts- und Fusswege nebst den hierdurch bedingten Gräben, Durchlässen, Brücken und Schutzgeländern; den Bau der Zufahrtsrampen von den Enden der einzelnen Felder. Alle diese Arbeiten werden als „Aptierung der Rieselfelder“ bezeichnet. Ferner sind herzustellen die nahezu immer unerlässliche Drainage der sämmtlichen aptierten Felder, alle benöthigten Entwässerungsgräben und endlich die landwirthschaftlichen Betriebsgebäude. Technische Einrichtungen. Aptierung.

Die Berieselung erfolgt in nachstehender Weise: Nachdem durch einen Hauptzuleitungscanal, sei es durch natürliches Gefälle oder durch Pumpbetrieb, das Canalwasser auf dem Rieselfelde angekommen ist, geschieht die weitere Vertheilung des Rieselwassers entweder durch allmählich sich verjüngende Rohrleitungen oder durch offene Hauptbewässerungsgräben. Die Einleitung Verbringung des Wassers auf die Rieselfelder. Vertheilung des Rieselwassers.

aus dem grossen Druckrohre in die Vertheilleitungen erfolgt gewöhnlich unter Vermittlung eines oben offenen Standrohres, welches, gleichen Durchmesser wie das Druckrohr besitzend, als Sicherheitsventil und Druckregulator dient. Bei Gefällszuleitung vermittelt den Übergang eine Schachtanlage. Ueberall da, wo das Canalwasser in offene Gräben austritt, sind einfache Klärungsanlagen anzuordnen, in welchen das Schmutzwasser einer mechanischen Abklärung unterzogen wird. Dies ist nothwendig, weil sich gezeigt hat, dass die zahlreichen Papierreste sowie die sonstigen Sinkstoffe die Bewässerungsgräben nach und nach verschlicken und auch auf den Rieselfeldern eine dünne aber undurchlässige feste Schlammschichte bilden, welche den Pflanzenwuchs sehr behindert. Der in den genannten Anlagen zurückgehaltene Schlamm und Schlick gibt einen brauchbaren Dünger für nicht aptierte Felder, auch wird derselbe vom Landwirth gern abgefahren.

Standrohr.

Mechanische Klärung.

Art der Berieselung.

Die Berieselung der Wiesen, als welche die am stärksten geneigten Flächen eingerichtet werden, erfolgt dadurch, dass dieselben durch Einsetzen einer Stauschütze in die nahezu horizontal angelegten Bewässerungsgräben gleichmässig von dem aus dem Graben übertretenden Wasser überschwemmt werden. Das abrieselnde Wasser wird, soweit es nicht versickert, nach 10—15 m weitem Laufe durch Zwischengräben gesammelt, von Neuem vertheilt und schliesslich den Hauptentwässerungsgräben zugeführt. Je nach der Art und Weise wie die Be- und Entwässerungsgräben entsprechend den Terrainneigungen angeordnet sind, unterscheidet man den natürlichen oder künstlichen Hangbau und den Rückenbau. Um Flächen von grosser Ausdehnung bewässern zu können, werden dieselben durch Sammelfurchen oder Dämmchen in Theilflächen bis 30 a zerlegt.

Hang- und Rückenbau.

Beetanlagen.

Die Berieselung der weniger geneigten Flächen erfolgt durch Einrichtung derselben zu Beetanlagen. Hierbei werden die einzelnen Beete — 20—30 m lang und 1 m breit — derart angeordnet, dass sie durch je einen 30 m breiten Graben von einander getrennt sind, durch welchen das Canalwasser eingeleitet und seitlich zur Einsickerung gebracht wird. Um auch die Beete überrieseln bezw. überstauen zu können, werden dieselben in mehreren immer tiefer liegenden Gruppen errichtet, wobei das letzte Beet vor der nächst tiefer gelegenen Gruppe etwa 10 cm höher ist als die übrigen Beete. Die Beete werden hauptsächlich zu Gemüseculturen verwendet.

Einstaubassins.

Wichtige Theile der Rieselfelder bilden endlich die Einstaubassins, zu welchen die ebensten Flächen eingerichtet werden. Die Grösse derselben wechselt zwischen 1 und 10 ha. Sie stellen sich

als grosse Becken dar, welche mit etwa 1 m hohen und 5—6 m breiten Umwallungen versehen sind und an einer oder 2 Ecken Einfahrtsrampen besitzen. Das Rieselwasser wird in diese Becken bis auf einen Wasserstand von 50 cm Höhe eingeleitet und alsdann der Versickerung überlassen. Nachdem der abgelagerte Schlamm unterpflügt ist, können Korn und Futterpflanzen angebaut werden. Vielfach sind die Staubassins auch mit Sträuchern, Weiden, Obstbäumen bepflanzt, welche das zeitweise Unterwassersetzen ihrer Stämme leicht vertragen. Die Einstaubassins bilden das Mittel, um den Rieselbetrieb auch im Winter durchführen zu können. Es hat sich nämlich gezeigt, dass bei der eigentlichen Flächenberieselung, sowie bei der Beetcultur im Winter sich Eisablagerungen bilden und die Wurzeln der Pflanzen ausfrieren. Dies ist bei den im Winter unbebauten Einstaubassins, in welche das meist eine Temperatur von über 4° C. besitzende Schmutzwasser in grösseren Mengen und auf grössere Höhe sich anstauend, eintritt, nicht zu befürchten. Die Abwässer kommen im Frühjahr mit eintretender gelinder Witterung zum Versickern. Es bleibt immer noch Zeit genug, die Felder mit Sommergetreide u. s. w. zu bestellen. Winterrieselung.

Eine andere Vertheilungsart des Rieselwassers hat Gerson vorgeschlagen, um der Anwendung offener Gräben, die der Bewirthschaftung immerhin gewisse Schwierigkeiten bereiten, zu begegnen und nicht so an die Terrainverhältnisse gebunden zu sein, also an den Aptierungskosten zu sparen. Nach seinem Vorschlag soll durch ein gusseisernes, unterirdisch liegendes Röhrensystem, dessen Leitungen etwa 400 m von einander entfernt sind, die Vertheilung derart bewirkt werden, dass aus ungefähr 200 m von einander entfernten Standrohren (Hydranten) das Wasser durch aufgeschraubte tragbare, oberirdische und auf Gabeln ruhende Rohrgestänge aus Eisenblech mit Hanfschlauchmuffen entnommen wird. Das Wasser gelangt aus diesen entweder durch verschliessbare Oeffnungen oder durch besondere Sprengvorrichtungen zum Ausfluss. — Rieselwasservertheilung nach Gerson.

Auf die Wichtigkeit der Drainage von Rieselfeldern ist ganz besonders aufmerksam zu machen. Durch dieselbe wird nicht allein infolge der gesicherten und geregelten Ableitung des dem Boden übergebenen Rieselwassers dieser vor schädlicher Durchnässung bewahrt, sondern ausserdem die Grundwasserhöhe fixiert und dadurch die Reinigungskraft der zwischen den Drainagerohren und der Oberfläche liegenden Bodenschicht jederzeit voll ausgenützt. Der günstige Einfluss der Drainage auf die Bodendurchlüftung ist bekannt. — Wichtigkeit der Drainage.

Betreffs des Betriebes ist in hygienischer Hinsicht zu fordern,

Hygienische Forderungen an den Rieselbetrieb.

dass das Wasser so aufgebracht wird, dass die Bodenflächen möglichst gleichmässig und in angemessenen Unterbrechungen der Berieselung ausgesetzt werden. Für die Einstaubassins sollten unter keinen Umständen Bodenflächen ausgewählt werden, deren Untergrund grosse Durchlässigkeit besitzt, weil bei der grossen Zufuhr an Canalwasser, welche diese Bassins erfahren, leicht Bodenverseuchungen in Gemeinschaft mit unzureichender Desinfection des Canalwassers die Folge sein könnten. Regelmässige bacteriologische and auch chemische Untersuchungen des abfliessenden Rieselwassers haben die Controle für den geregelten Klärbetrieb zu bilden. Bei ungünstigen Leistungen der Einstaubassins dürfte sich eine vorherige Behandlung des Canalwassers mit Kalk in ganz einfachen Kläranlagen empfehlen, umsomehr, als der niedergeschlagene Kalkschlamm ein vortheilhaftes Dungmittel für die Rieselfelder abgiebt, weil erfahrungsgemäss die Rieselböden nach und nach ärmer an kohlensaurem Kalk werden. —

Bacteriologische und chemische Controle.

Vermeidung missständiger Gerüche.

Es ist selbstredend, dass es nicht möglich ist, Rieselfelder absolut geruchsfrei zu halten. Indess kann unter allen Umständen der Geruch bei geregeltem Betrieb auf ein nicht missständiges Maass gebracht werden. Eine mitunter recht bedeutende Geruchsverminderung würde bei dem Ersatz der Einstaubassins durch Untergrundberieselung (vergl. diese) erzielt werden. —

Auswahl der Oertlichkeit für die Rieselfelder.

Bei Auswahl der Oertlichkeit für die Rieselfelder ist auf Grundwasser- und Abwässerungsverhältnisse Rücksicht zu nehmen. Auch werden die Rieselfelder nicht unter 3—5 km Entfernung von Stadtbering anzulegen sein. Die vorherrschende Windrichtung soll ferner nicht von den Rieselfeldern nach der Stadt gerichtet und endlich sollte das Rieselgebiet so gelegen sein, dass die Einmündungsstellen der Rieselabwässer in den in Frage kommenden Wasserlauf unterhalb des Stadtgebietes liegen und dadurch die mit etwaigen unvorhergesehenen und unvermeidlichen Störungen im Rieselbetrieb verbundenen Infectionsgefahren auf ein Minimum reduciert werden. —

Kosten der Rieselanlagen.

Die Kosten für Rieselfelder und zwar einschliesslich Grunderwerb und Drainierung, aber ohne Zuleitung, betragen 2500 bis 4500 M. oder durchschnittlich 3500 M. für das ha. Auf einen Ueberschuss des jährlichen Ertrages über die Betriebskosten, einschliesslich Verzinsung und Amortisation des genannten Anlagecapitals, kann nicht immer gerechnet werden. Selten steigt derselbe über 2,5 % der gesammten Anlagekosten. Auch Zuschüsse sind nicht selten erforderlich. Hiernach verursacht die Reinigung der städtischen Canalwässer durch Riesel-

felder ohne Berechnung der Kosten grösserer Zuleitungen sowie des Pumpbetriebes, unter Annahme einer Verzinsungs- und Amortisationsquote von 5 $^0/_0$, im ungünstigsten Falle, d. h. wenn die Betriebseinnahmen nur die lfd. Betriebskosten decken, auf den Kopf und das Jahr eine Ausgabe von 0,30 bis 1,00 M.

Pumpbetrieb und Zuleitung auf beispielsweise etwa 10—20 km Entfernung und 25 m Höhe dürften an Anlage- und Betriebskosten einen jährlichen Aufwand von 0,75 bis 1,50 M. oder durchschnittlich 1,25 M. auf den Kopf und das Jahr erfordern. — Von Pumpbetrieb und Zuleitung.

IV. Kosten der Canalisationssysteme unter Berücksichtigung der Fäcalienbeseitigung. — Aufbringung der Kosten. — Wahl des Systems. —

a) Kosten der Canalisationssysteme.

Es ist ausserordentlich schwierig, bei den so vielfach verschiedenen Verhältnissen auch nur einigermassen annähernde und richtige Angaben für die gesammten Kostenaufwendungen der verschiedenen Canalisationssysteme zu machen. Wenn dies gleichwohl vom Verfasser versucht wird, so geschieht es aus dem Grunde, weil es bislang an einer, auf gleichen Grundsätzen bezw. Grundlagen sich aufbauenden, übersichtlichen Zusammenstellung der genannten, ungefähren Aufwendungen unter Angabe der Grenzen, innerhalb deren sich je nach den örtlichen Umständen diese Kosten etwa bewegen, fehlte, und weil es erspriesslich sein dürfte, hierdurch die Möglichkeit einer allgemeinen finanziellen Beurtheilung der einzelnen Systeme zu geben. Schwierigkeit allgemeiner Kostenvergleiche.

Bei Aufstellung der nachstehenden, tabellarisch zusammengefassten (Seite 404 und 405) Ermittelungen dienten eine grosse Zahl von städtischen Erfahrungsziffern, sowie dem Verfasser zur Verfügung stehende Erfahrungsresultate neben eingehenden Berechnungen als Unterlage. Tabellarische Kostenermittelung.

Die sämmtlichen Zahlen verstehen sich unter der Annahme vollkommener, allen sanitären Anforderungen, innerhalb der durch die Systeme gegebenen Grenzen, vollständig nachkommenden Bauausführungen, Betriebe und gediegener baulicher Unterhaltung, einschliesslich der personellen Kosten. Nur bei ganz ausserordentlichen Verhältnissen in günstigem und ungünstigem Sinn dürften die gegebenen Zahlengrenzen unzutreffend werden. Bemerkungen hierzu.

Um einen vollständigen Vergleich der Kosten für die Beseitigung der Abwässer und der Fäcalien auch mit solchen Canalsystemen zu ermöglichen, durch welche die Ableitung der Fäcalien nicht besorgt wird, sind in der Tabelle unter pos. 7 die Mittelpreise der ver-

schiedenen Abfuhrsysteme gemäss der auf Seite 264 gegebenen Uebersicht eingesetzt.

Im Einzelnen wird zu der Tabelle das Folgende bemerkt: Die Kosten der Hauscanalisationen sind ausser Berechnung geblieben (vergl. Seite 351 u. f). Beim Schwemmcanalisationssystem treffen ausserdem an Mehrausgaben für den Mehrverbrauch von Wasser zur Closetspülung (im Jahre 2—3 cbm auf den Kopf) 30—50 Pf. oder im Mittel 40 Pf. auf den Einwohner jährlich.

Zu Pos. 1 und 2. Mässig lange Hauptauslasscanäle (bis 2 km) sind einbegriffen.

Zu Spalte c. Pos. 1a. α. u. 2a. α. Die Angaben verstehen sich für ein laufendes Meter canalisierter Strassenstrecke (also für Regen- u. Schmutzwassercanal zusammen).

Zu Pos. 6. Kosten für Pumpbetrieb etc. sind hierin noch nicht enthalten und event. gemäss Pos. 3 zuzuschlagen (vergl. Pos. 9).

Zu Spalte g. Pos. 6. Die Zahlen verstehen sich nach Abzug der Erträgnisse.

β) Aufbringung der Kosten.

Kapitalaufwendungen. Unterhaltungs- und Betriebskosten. Die Kosten werden von den Stadtverwaltungen gewöhnlich unterschieden in Kapitalaufwendungen und in jährliche Unterhaltungs- und Betriebskosten. Die Kapitalaufwendungen für die Rieselfelder werden hierbei in der Regel weggelassen und der etwaige Betriebsüberschuss oder das Betriebsdeficit bei den allgemeinen Betriebsausgaben, Zinsen und Amortisationen verrechnet. Wie bereits erwähnt, kann angenommen werden, dass, sofern von den Zuleitungen und Pumpstationen abgesehen wird, mindestens die Kosten des Betriebes der Rieselfelder durch die Betriebseinnahmen gedeckt werden.

Arten der Kostendeckung. Man kann nun betreffs der Deckung der Canalkosten auf zweierlei Weise vorgehen: Entweder es werden die einmaligen Ausgaben, also die Baukosten der Canalisation durch einmalige Beiträge und die Betriebsausgaben durch alljährliche Gebühren gedeckt, oder es wird zur Verzinsung und Amortisation der Gesammtaufwendungen, sowie zur Deckung der Betriebsausgaben, überhaupt nur eine fortlaufende Canalgebühr erhoben.

Einmalige Beiträge zu den Anlagekosten. Im ersteren Fall wird gewöhnlich von den Hauseigenthümern ein einmaliger, nach der Frontlänge bemessener Beitrag zu den Canalkosten erhoben. Derselbe wechselt in deutschen Städten zwischen etwa 8—40 M. und in engeren Grenzen von 20—40 M., so dass also für das laufende m Canal 30—70 M. bezahlt werden, da

gewöhnlich einem Doppelfrontmeter (= je einem Frontmeter beider Strassenseiten) wegen der Strassenkreuzungen, Doppelcanäle etc. eine Canallänge von 1,1—1,4 lfd. m entspricht. Die wirklichen einmaligen Canalisationskosten ausschl. Rieselfelder, welche auf ein laufendes Canalmeter entfallen, dürften durchschnittlich für grössere Städte 60—70 M. und somit für das Frontmeter etwa 35—40 M. betragen. Eine dementsprechende Höhe hätte der Canalbeitrag aufzuweisen. — In manchen Städten erfolgt aber principiell die Verzinsung und Amortisation eines Theiles der aus Anleihen bestrittenen Anlagekosten aus den allgemeinen Gemeindeeinkünften oder durch die lfd. Canalgebühren, damit die Canallast nicht auf die Schultern der Hauseigenthümer allein fällt. Indess dürfte doch die Heranziehung der Letzteren zum vollen Beitrag vielfach das Richtigere sein. Locale Finanzverhältnisse mögen betreffs dieser Frage den Ausschlag geben. —

Die jährlichen gesammten Unterhaltungs- und Betriebskosten, welche beispielsweise bei Schwemmcanalisation durchschnittlich 1.50 M. für den Kopf betragen, werden entweder als Jahresgebühren von 1—4 M. auf das lfd. m der Strassenfrontlänge der Gebäude oder als eine nach dem qm der Wohnungsfläche, bezw. nach dem Mietherträgniss (5—20 Pf. für das qm Wohnungsfläche bezw. $^1/_2$—$2_0/^0$ des Miethertrages), oder endlich als Zuschlag von 3—7 Pf. auf den Preis des cbm verbrauchten Trinkwassers erhoben. Jährliche Gebühren.

Die in zweiter Linie genannten Verfahren dürften am meisten zu empfehlen sein. Die betreffenden Beiträge sind hierbei von den Wohnungsinhabern zu entrichten.

Der gleiche Modus oder eine Combination aller angegebenen Zahlungsweisen für die jährlichen Gebühren wird eintreten müssen, wenn von einmaligen Beiträgen abgesehen und beabsichtigt wird, Verzinsung, Amortisation, Betriebs- und Unterhaltungskosten durch alljährliche Beiträge zu decken. — Auch die Gebäudesteuer kann die Grundlage für eine jährliche Canalsteuer abgeben. —

γ) Wahl des Canalsystems, einschliesslich Beseitigung der Fäcalien.

Die Resultate der Tabelle auf Seite 404 und 405 ergeben im Zusammenhang mit dem über die Canalisation und Canalwasserreinigung Gesagten (vgl. auch Seite 269) den Beweis dafür, dass das System der Waterclosets mit Uebergabe der Excremente an die dem Abfluss der städtischen Abwässer dienenden Canäle und unschädliche Beseitigung der Fäcalien in Gemeinschaft mit den Abwässern die in der Regel billigste und in hygienischer Hinsicht beste Art der Entfernung der betreffenden Stoffe für Städte und Ortschaften darstellt. Besprechung der Resultate der Kostentabelle.

Vergleichende

über die Anlage und den Betrieb der verschiedenen Canalisations-

Lfd. Nr.	Art der Anlage	Einmalige Aufwendungen in M. a Auf den Kopf der Bevölkerung von	bis	mittel	b Auf das Jahres-cbm Schmutzwasser etc. von	bis	mittel
1.	**Schwemmcanalisation:** a) gemeinschaftl. Canalisation (eigentliche Schwemmcanalisation)	35.00	75.00	50.00	0.90	1.50	1.10
	b) getrennte Canalis. α) Vollständige Ausführung ein. Schmutz- u. ein. Regenwassernetzes	45.00	90.00	60.00	1.10	1.80	1.30
	b) getrennte Canalis. β) Ausführ. ein. Schmutz- und eines theilweisen Regenwassernetzes	30.00	60.00	45.00	—	—	—
	b) getrennte Canalis. γ) Ohne Rücksicht auf Regenwasser	20.00	30.00	25.00	—	—	—
2.	**Spülcanalisation** (mit Ausschluss der Fäcalien) a) gemeinschaftliche Canalisation	35.00	75.00	50.00	1.00	1.70	1.25
	b) getrennte Canàlis. α) Vollständige Ausführung ein. Schmutz- u. ein. Regenwassernetzes	45.00	90.00	60.00	1.20	1.90	1.40
	b) getrennte Canàlis. β) Ausführ. ein. Schmutz- und eines theilweisen Regenwassernetzes	30.00	60.00	45.00	—	—	—
	b) getrennte Canàlis. γ) Ohne Rücksicht auf Regenwasser	20.00	30.00	25.00	—	—	—
3.	**Pumpstationen:** a) Pumpen nach Kläranlagen u. Flüssen bis 5 m Höhe	—	—	—	—	—	—
	b) Pumpen nach Rieselfeldern; 10 bis 20 km Entfernung u. 25 m Höhe, einschl. Leitung	12.00	10.00	11.00	—	—	—
4.	**Einleitung in die Flüsse** unter Annahme eines 3—5 km besonderen Sammelcanales	—	—	—	—	—	—
5.	**Kläranlage:** a) Mechanische Klärung	2.00	3.00	2.00	—	—	—
	b) Chemische Klärung	4.00	7.00	5.00	—	—	—
6.	**Rieselfelder**	8.00	20.00	14.00	—	—	—
7.	**Abfuhr der Excremente:** Mittelpreis der verschiedenen Systeme	—	—	—	—	—	—

Berechnung der nach obigen Ermittelungen sich ergebenden Gesammtauf-
Fäcalbeseitigung auf den

8.	Pos. 1a in Verbindung mit pos.	6	**Schwemmsystem mit Rieselfeldern**
9.	„ 1a „ „ „ „	6 u. 3b	„ „ „
10.	„ 1a „ „ „ „	5b	„ „ **Kläranlage** .
11.	„ 1a „ „ „ „	4	„ „ unmittelbare
12.	„ 1bα „ „ „ „	5b	**Getrenntes System mit vollstän-**
13.	„ 1bγ „ „ „ „	5b	„ „ ohne Regen-
14.	„ 2a „ „ „ „	5b u. 7	**Spülcanalisation, gemeinschaftliche**
15.	„ 2a „ „ „ „	5a, 4 u. 7	„ „ **der Excremente** . . . . .
16.	„ 2a „ „ „ „	4 u. 7	Spülcanalisation, gemeinschaftliche der Excremente . . . . .

Kostenermittelungen

systeme unter Berücksichtigung der Fäcalienbeseitigung.

Einmalige Aufwendungen in M.						Dauernde jährliche Aufwendungen auf den Kopf in M.								
c Auf das lfdm Canalleitung			d Auf das ha Stadtgebiet			e Betrieb und Unterhaltung			f Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals			g Gesammte Aufwendungen		
von	bis	mittel	von	bis	mittel	von	bis	mittel	von	bis	mittel	von	bis	mittel
40.00	80.00	55.00	7000	16000	9000	0.15	0.75	0.45	1.75	3.75	2.50	1.80	4.50	3.00
45.00	100.00	70.00	9000	18000	12000	0.20	1.00	0.60	2.25	4.50	3.00	2.45	5.50	3.60
—	—	—	6000	12000	9000	0.15	0.65	0.35	1.50	1.80	2.25	1.65	2.45	2.80
—	—	—	4000	6000	5000	0.15	0.40	0.25	1.00	1.50	1.25	1.15	1.90	1.50
40.30	80.00	55.00	7000	16000	9000	0.15	0.65	0.40	1.75	3.75	2.50	1.90	4.40	2.90
45.00	100.00	70.00	9000	18000	12000	0.20	0.90	0.50	2.25	4.50	3.00	2.45	5.40	3.50
—	—	—	6000	12000	9000	0.15	0.60	0.30	1.50	3.00	2.25	1.65	3.60	2.55
—	—	—	4000	6000	5000	0.15	0.40	0.25	1.00	1.50	1.25	1.15	1.90	1.50
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.12	0.18	0.15
—	—	—	—	—	—	0.40	1.00	0.70	—	—	0.55	1.00	1.50	1.25
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.20	0.50	0.30
—	—	—	—	—	—	0.20	0.30	0.25	0.10	0.15	0.12	0.30	0.45	0.37
—	—	—	—	—	—	0.30	1.40	0.75	0.20	0.35	0.25	0.50	1.75	1.00
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.30	1.00	0.65
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	2.00	1.60

wendungen für Beispiele verschiedener Systeme der Abwässer und Kopf und das Jahr

	von	bis	mittel
. . . .	2.10	5.50	3.65
und Pumpanlage	3.10	7.00	4.90
. . . .	2.30	6.25	4.00
Einleitung in einen Wasserlauf	2.00	5.00	3.30
digem Schmutz- u. Regenwassernetz u. mit Kläranlage f. d. Schmutzwässer	2.95	7.25	4.60
wassernetz und mit Kläranlage für die Schmutzwässer	1.65	3.65	2.50
Canäle, mit chemischer Klärung und Abfuhr der Excremente	3.40	8.15	5.50
„ „ mechan. Klärung, Einleitung in einen Wasserlauf u. Abfuhr	3.40	7.35	5.20
Canäle, ohne Klärung, mit Einleitung in einen Wasserlauf u. Abfuhr	3.10	6.90	4.70

Wir sehen insbesonders, dass man es je nach der Grösse einer Gemeinde und je nach den örtlichen Verhältnissen in der Hand haben wird, Städtereinigungs-Systeme auszuwählen, deren Gesammtaufwendungen selten einen über 4—4$^1/_2$ M. auf den Kopf und das Jahr hinausgehenden Betrag erfordern: Eine Ausgabe, welche von den Einwohnern eines Orts in ihrem und ihrer Mitmenschen gesundheitlichen Interesse getragen werden muss und auch wohl stets getragen werden kann. Diese, zur Behebung der durch das dichte Zusammenwohnen der Menschen, besonders in Städten, bedingten sanitären Gefahren, erforderlichen Kosten können ja auch gegenüber den, mit gemeinschaftlichen Niederlassungen verbundenen, wirthschaftlichen und anderweiten Vortheilen kaum in Betracht kommen, ganz abgesehen von dem hervorragenden Nutzen, welchen die Canalisationssysteme in dem Kampfe gegen Seuchen gewähren. —

Canalisationskosten im Bereich der Leistungsfähigkeit der Städte.

Wir ersehen weiter aus der Tabelle, dass kleinere Ortschaften (vergl. pos. 12), welche ja wohl meistens über ausreichende oberirdische Regenwasserableitung verfügen, durch Ausführung desjenigen Systems der getrennten Canalisation, welches Schmutzwasser und Fäcalien allein auf unterirdischem Wege abführt, ein Mittel besitzen, um auch bei sehr geringer Finanzkraft eine hygienisch immerhin nicht zu beanstandende Ableitung der Abfallstoffe zu bewirken. —

Möglichkeit der Kostenminderung für kleinere Orte.

Betreffs der Wahl der Canalisationssysteme dürfte in der Weise vorzugehen sein, dass grössere Städte in erster Linie der Schwemmcanalisation mit Rieselfeldern ihr Augenmerk zuwenden (sei es die eigentliche Schwemmcanalisation oder das getrennte System); jedoch mangels geeigneten oder preisentsprechenden Terrains zu Kläranlagen greifen. Die Spülcanalisation mit besonderer Beseitigung der Fäcalien würde erst dann in Betracht zu ziehen sein, wenn deren Einführung, wie bereits früher besprochen, durch besondere örtliche Verhältnisse, sowie auch betreffs der Kosten begründet erscheint. Diese können ja auch, wie der Tabelle zu entnehmen, unter Umständen (günstige landwirthschaftliche Verhältnisse, bestehender guter Abfuhrbetrieb) sich günstiger als beim ersterwähnten System gestalten. Eine Reinigung der Spülabwässer ist trotzdem in Aussicht zu nehmen. — Kleinere Ortschaften können, wie schon bemerkt, vielfach mit Vortheil auf das getrennte System ohne Regenwasserableitung zurückgreifen.

Wahl des Canalisationssystems.

Die Entscheidung der Zulässigkeit des unmittelbaren Einleitens in Gewässer hat bei allen Systemen stets nur von Fall zu Fall zu geschehen. Besonders ist die unmittelbare Einleitung der Fäcalien unter den strengsten Anforderungen nur ausnahmsweise zuzulassen.

Desinficierende Massnahmen

zur

Befreiung der Kleider, Wäsche, Betten, Wohnungs- und Schiffsutensilien u. s. w. von Infectionsstoffen

von

Prof. Dr. E. Pfuhl und Hafenarzt Dr. Nocht.

Dritter Abschnitt.

Desinfectionsanstalten und Desinfectionsapparate.

Von Stabsarzt Prof. Dr. **E. Pfuhl**, Berlin.

Je nach den Aufgaben, die den Desinfectionsanstalten gestellt sind, kann man drei Arten derselben unterscheiden.

Die verschiedenen Arten von Desinfectionsanstalten und ihre Aufgaben.

Die einfachste Art bilden die Desinfectionsanstalten der Krankenhäuser. Diese haben gewöhnlich nur die Aufgabe, die von den Kranken mitgebrachten Kleider, die Leib- und Bettwäsche, sowie die wollenen Decken und Rosshaar-Matratzen zu desinficieren.

Die zweite Art umfasst die öffentlichen Desinfectionsanstalten der Stadt- oder Landgemeinden. In diesen müssen nicht nur die eben genannten Gegenstände, sondern auch grössere Objecte, wie z. B. Sprungfedermatratzen oder Polstermöbel, desinficiert werden können. Ausserdem haben sie die Wohnungdesinfection zu übernehmen.

Die dritte Art endlich bilden die Anstalten, die nicht nur Effekten, sondern auch Menschen zu desinficieren haben.

Nach dem Umfang der Leistungen der Anstalten richtet sich auch die ganze Einrichtung derselben. Wie diese beschaffen sein muss, erkennt man am besten, wenn man die Einrichtung solcher Anstalten studiert, die als Musteranstalten anerkannt und vielfach nachgeahmt sind. Es wird desshalb zunächst meine Aufgabe sein, solche Musteranstalten, und zwar für jede Klasse eine, näher zu beschreiben und zu erläutern.

A. Musteranstalten.

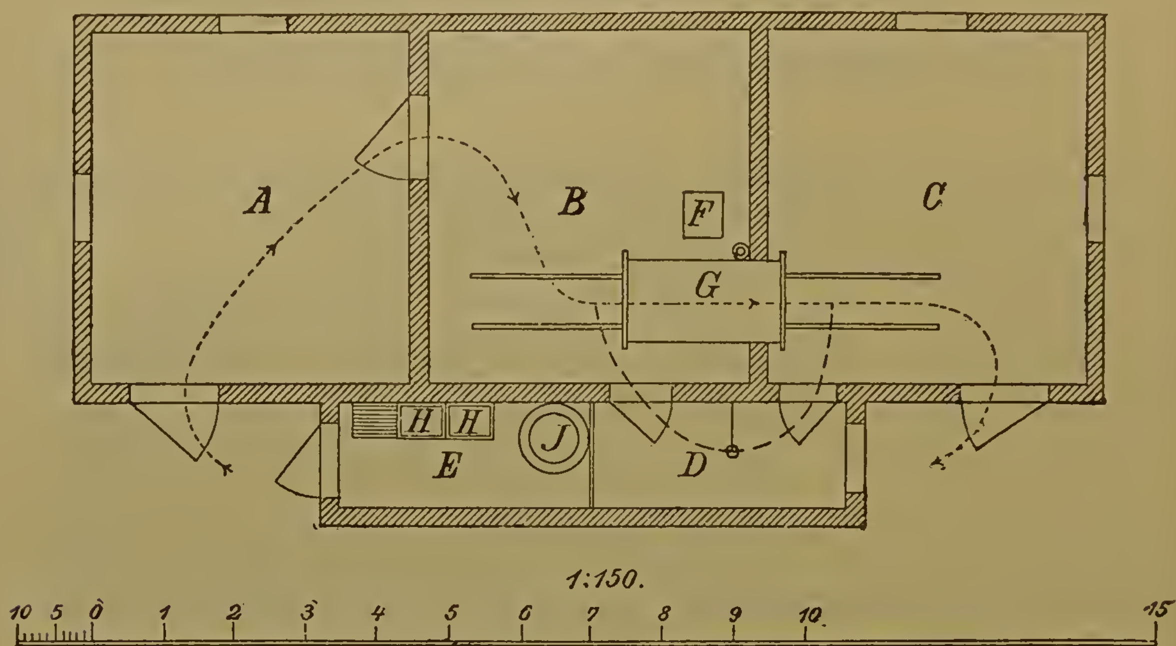
I. Desinfectionsanstalten für Krankenhäuser.

Für diese Art von Anstalten mag als Beispiel die Desinfectionsanstalt des Instituts für Infectionskrankheiten dienen, die seit

Leistungen. August 1891 in Betrieb ist und sich bis jetzt vorzüglich bewährt hat. Hier werden zunächst die Kleider und die Leibwäsche desinficiert, welche die aufgenommenen Kranken mitgebracht haben, dann nach der Entlassung der Betreffenden die von ihnen benutzten Krankenkleider, die Leib- und Bettwäsche, die wollenen Decken und die Matratzen.

Gebäude. Die Desinfectionsanstalt liegt in der Mitte des Terrains der Krankenabtheilung. Ein fahrbarer Weg führt an derselben vorbei, umfasst halbkreisförmig das davor liegende Verwaltungsgebäude und mündet zu beiden Seiten desselben in den Hauptweg der ganzen

Fig. 1.



Grundriss des Desinfectionsgebäudes des Instituts für Infectionskrankheiten.
A Vorraum. *B* Einladeraum. *C* Ausladeraum. *D* Brausebad. *E* Kochraum zur Desinfection der Speisereste. *F* Dampfentwickler. *G* Desinfectionskammer. *H* Spülbecken. *J* Kochkessel.
------- Weg für die zu desinficierenden und für die desinficierten Gegenstände.
— — — — — Weg für die Wärter.

Barackenanlage ein. Das Desinfectionsgebäude ist, ebenso, wie die übrigen Baulichkeiten der Krankenabtheilung, aus Holzfachwerk und Gypsdielen errichtet.

Damit der Fussboden gründlich abgewaschen und desinficiert werden kann, ist er aus Steinfliesen hergestellt. Zu demselben Zweck sind auch die Innenwände mit Oelanstrich versehen. Wie die Betrachtung des Grundrisses (Fig. 1) ergiebt, wird der grösste Theil des Gebäudes von drei Räumen eingenommen, die gleich gross sind und neben einander liegen. Sie haben eine Breite von 4,50 m und eine Tiefe von 5,00 m.

Verwendung der Räumlichkeiten. Der nach Süden gelegene Raum (A) wird als „Vorraum“, der darauf folgende (B) als „Einladeraum“ und der nördlich gelegene (C) als „Ausladeraum“ bezeichnet. Vor diesen liegen zwei kleinere

schmale Räume von 1,5 m Breite und 3,5 m Länge, von denen der eine (D) ein Brausebad, der andere (E) eine Spülvorrichtung und einen grossen Kochkessel enthält.

Der Vorraum, in den man von der Vorderseite her eintritt, wird zur Empfangnahme der zu desinficierenden Sachen und zur Desinfection gewisser Gegenstände mit chemischen Mitteln benutzt. Aus dem Vorraum werden die Sachen, die mit heissem Wasserdampf desinficiert werden sollen, in den Einladeraum gebracht. Um von hier in den Ausladeraum zu gelangen, müssen sie erst die Desinfectionskammer passieren, welche in dem Einladeraum steht und mit einem Ende die sonst undurchbrochene Wand zwischen Einlade- und Ausladeraum durchsetzt.

Bei der Auswahl des Desinfectionsapparates konnten Apparate, die mit heisser Luft arbeiten, nicht mehr in Frage kommen, sondern es handelte sich nur darum, unter den Apparaten, die mit heissem Wasserdampf betrieben werden, einen solchen auszusuchen, der dem heutigen Stande der Desinfectionstechnik entsprach und gleichzeitig für die Verhältnisse unserer Anstalt passte. Dabei war noch zu berücksichtigen, dass eine grössere Dampfkesselanlage, aus welcher der erforderliche Dampf hätte bezogen werden können, nicht zur Verfügung stand. Es musste desshalb der Dampf in der Desinfectionsanstalt selbst erzeugt werden. Da allen diesen Anforderungen der Henneberg'sche Desinfector T III zu entsprechen schien, so wurde derselbe für die Anstalt angeschafft. **Desinfectionsapparat.**

Dieser Apparat (Fig. 2, p. 205) besteht aus einem Dampfentwickler und einer Desinfectionskammer, in der die inficierten Gegenstände dem einströmenden Dampfe ausgesetzt werden. Um die Heizung des Dampfentwicklers und das Ein- und Ausladen der Kammer bequem und leicht besorgen zu können, sind diese beiden Theile des Apparates nicht übereinander, sondern nebeneinander aufgestellt. Sie sind dabei durch ein Dampfrohr verbunden, welches den Dampf von oben her in die Desinfectionskammer einströmen lässt, während das Abzugsrohr vom Boden der Kammer abgeht. Diese Anordnung hat, wie bekannt, den Vortheil, dass die Luft vollständiger und schneller aus dem Apparat verdrängt wird.

Ferner ist hervorzuheben, dass der Apparat darauf eingerichtet ist, den Dampf mit einem Ueberdruck von $^1/_5$ Atmosphäre durch die Kammer strömen zu lassen, weil bei grossen kastenartigen Desinfectionsapparaten nur der gespannte Dampf eine sichere Desinfection zu Stande bringt. Auch wird durch den Ueberdruck erzielt, dass die eigentliche Desinfectionstemperatur in den Objecten wesentlich schneller

erreicht wird. Durch ein Ventil am Dampfentwickler ist dafür gesorgt, dass ein stärkerer Ueberdruck als $^1/_5$ Atmosphäre vermieden wird. Die Desinfectionskammer ist der grösseren Dampfspannung entsprechend stark gearbeitet und durch einen Isoliermantel gegen Wärmeverlust geschützt. Sie besitzt an beiden Enden Thüren, die die ganzen Stirnwände einnehmen, und umschliesst ein Wagengestell, welches 2,14 cbm fasst und sowohl nach dem Einladeraum, als auch nach dem Ausladeraum ausgezogen werden kann.

Desinfectionskammer. Beschickungswagen.

Der Boden, die beiden Stirnwände und eine Seitenwand des Wagengestells sind mit Holzleisten ausgekleidet, damit die von der offenen Seite her eingeladenen Sachen mit Eisentheilen des Wagengestells oder der Kammerwandung nicht in Berührung kommen. Der Wagen trägt ein schwach gewölbtes Dach aus Eisenblech, das an den Seiten mit kupfernen Dachrinnen versehen ist. Hierdurch wird das zuerst gebildete Condensationswasser, sowie das vom Dampf mitgerissene Kesselwasser von den zu desinficierenden Gegenständen abgehalten und gegen die Innenwand der Thüren geleitet. Von hier fliesst es, ebenso wie das übrige Condensationswasser, in das vom Boden abgehende Dampfabzugsrohr und gelangt von dem tiefsten Theile desselben durch einen Hahn in ein Sammelgefäss, aus dem es vermittelst einer Handpumpe wieder in den Dampfentwickler gedrückt wird.

Condensationswasser.

Dampfentwickler.

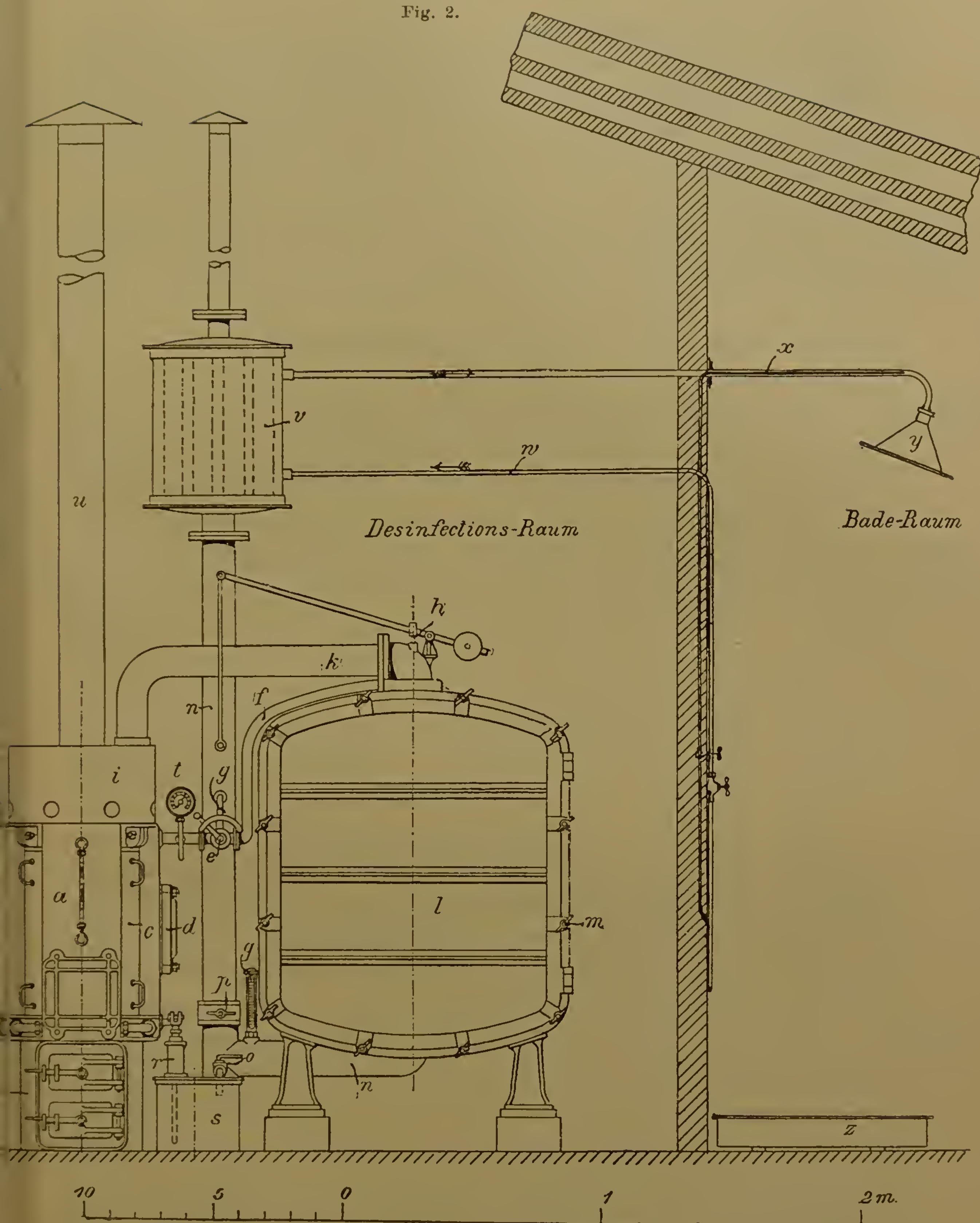
Der Dampfentwickler besteht aus 4 gusseisernen Kammern, die paarweise durch Wasserrohre verbunden sind. Die Feuerung liegt in einem kleinen mit feuerfestem Material ausgemauerten Untersatz, von wo aus die Flammen die mit Wasser gefüllten Kammern und die Siederohre umspülen.

Dampfführung und -Spannung.

Eine halbe Stunde nach dem Anheizen beginnt die Dampfentwickelung. Nach $^3/_4$ Stunden hat sich die Kammer von oben her mit Dampf gefüllt, während die Luft, die sich in der Kammer befand, in Folge ihrer grösseren Schwere nach unten zu durch das Abzugsrohr entwichen ist. Hierauf wird der Dampf gedrosselt, indem eine im Abzugsrohr befindliche Klappe umgelegt wird. Ein in der Drosselklappe befindliches kleines Loch gestattet auch weiterhin, dass der Dampf in strömender Bewegung bleibt. Nachdem die Gegenstände in der Kammer 1 Stunde lang unter der Einwirkung eines strömenden Dampfes mit $^1/_5$ Atmosphäre Ueberdruck gestanden haben, wird der Dampf von der Kammer abgesperrt und direct in das weite Abzugsrohr geführt. Hier strömt er durch ein dünnes Rohr mit einer nach oben zeigenden düsenartigen Endigung aus und übt, nachdem die Drosselklappe und eine oben an der Kammer befindliche Ventilationsklappe geöffnet ist, auf den Dampf in der Kammer

Ventilation der Kammer.

Fig. 2.



Desinfectionsapparat des Instituts für Desinfectionskrankheiten.

asserrohrkammer zum Dampfentwickler. *b* Feuerung. *c* Verschlussdeckel für die Reinigung der Feuerzüge. rschlussdeckel für die innere Reinigung der Wasserrohre. *e* Dampfumschaltehahn zur Einleitung des Dampfes e Desinfectionskammer oder in das Ventilationsrohr. *f* Dampfrohr zur Desinfectionskammer führend. *g* Dampf- vom Umschaltehahn ins Ventilationsrohr führend. *h* Ventil mit Zugstange und Gegengewicht zum Abschluss Varmluftleitung. *i* Luftheizkammer mit Einströmungsöffnungen. *k* Warmluftleitung, von der Luftheizkammer der Desinfectionskammer führend. *l* Desinfectionskammer mit Thüre, auf gusseisernen Füssen ruhend. *m* Flügel- uben zum Thürverschluss. *n* Abzugsrohr mit Wassersammler. *o* Hahn zum Ablassen des Condensationswassers. osselklappe zur Regulirung der Dampfabströmung. *q* Thermometer. *r* Handspeisepumpe. *s* Sammelgefäss für lurch Hahn *o* abgeschiedene Condensationswasser. *t* Manometer zur Erkennung des Dampfdrucks. *u* Rauchrohr. sserbehälter für das Brausebad. *w* Zuflussrohr der Wasserleitung. *x* Mischrohr für warmes und kaltes Wasser. *y* Brause. *z* Fussbadewanne.

eine lebhaft saugende Wirkung aus. Dabei tritt von oben her Luft ein, die in einem haubenartigen Aufsatz des Dampfentwicklers vorgewärmt ist. Bei einer 10—15 Minuten dauernden Ventilation wird der Dampf aus der Kammer vermittelst der warmen Luft fast vollständig ausgespült. In 2 Stunden, vom Beginn der Dampfentwickelung an gerechnet, ist die Desinfection beendigt.

Nachtrocknung der Objecte. Die aus der Kammer herausgenommenen Gegenstände, die während der Ventilation der Kammer schon oberflächlich getrocknet sind, werden sofort ausgeschüttelt. Sie fühlen sich dann kaum klamm an und trocknen sehr rasch, so dass sie schon nach kurzer Zeit abgeholt werden können.

Sättigung des Dampfes. Durch vergleichende Temperatur- und Druckmessungen habe ich feststellen können, dass der durch die Kammer mit $^1/_5$ Atmosphäre Ueberdruck strömende Dampf wirklich gesättigt ist und auch zwischen fest aufeinander gelagerten Matratzen auf 105° steigt.

Abtödtung von Milzbrandsporen. Ferner konnte ich nachweisen, dass selbst bei stark gefüllter Kammer Milzbrandsporen in 1 Stunde abgetödtet wurden, selbst wenn sie sich an Stellen befanden, die dem Dampf schwer zugänglich waren.

Badezimmer. Um das Brausebad im Badezimmer mit warmem Wasser zu versehen, ist um das Dampfabzugsrohr ein tonnenartiger Behälter angeordnet, der mit der Wasserleitung und der Brause durch Röhren in Verbindung steht.

Unter der Brause befindet sich nicht, wie gewöhnlich, ein Lattenrost, sondern eine niedrige runde Fussbadewanne von 10 cm Höhe und 70 cm Durchmesser, welche das aus der Brause herabfallende Wasser aufsammelt. Der Wärter hat die Badestube vom Einladeraum aus zu betreten und, nachdem er ein Reinigungsbad genommen, durch die Thür zum Ausladeraum zu verlassen.

Betriebsinstruction. Die im Vorstehenden beschriebenen Desinfectionseinrichtungen würden jedoch nur wenig nützen, wenn nicht für die richtige Benutzung derselben gesorgt wäre. Es ist desshalb auf Veranlassung des Herrn Geheimrath Koch von dem Verfasser eine ausführliche Dienstinstruction ausgearbeitet worden, die im Vorraum der Anstalt aufbewahrt wird. Ausserdem wird der Wärter, welcher für diesen Dienst im Institut selbst ausgebildet ist, ärztlicherseits häufig controlliert.

Die Dienstinstruction soll im folgenden wiedergegeben werden, wobei in Betreff der Buchstabenbezeichnungen auf die beigegebene Abbildung des Apparats verwiesen wird. Sie lautet: „Der Wärter der Desinfectionsanstalt betritt jeden Morgen beim Beginn des Dienstes zuerst den Ausladeraum, um daselbst seine gewöhnliche Tageskleidung auszu-

ziehen und dafür den am Tage vorher desinficierten Dienstanzug anzulegen. Hierauf besorgt er das Brennmaterial und nimmt dann im Vorraum der Anstalt die inficierten Sachen in Empfang. Dabei dürfen die Leinwandhüllen und leinenen Beutel, in denen die Sachen von den Krankenstationen hergeschafft werden, nicht an die Krankenwärter zurückgegeben werden. Gegenstände, welche ganz oder theilweise aus Leder bestehen, wie Stiefeln, Schuhe, Mützen, Hüte, Hosenträger und Pelze, dürfen nicht in den Apparat gebracht werden, da sie die Desinfection mit heissem Wasserdampf nicht vertragen. Dieselben werden vielmehr gleich nach ihrem Eintreffen im Vorraum mit $5\,^0/_0$iger Carbolsäurelösung desinficiert und dann zum Trocknen aufgehängt. Nachdem diese Arbeit erledigt, reinigt der Wärter die Feuerzüge des Dampfentwicklers und füllt den Dampfkessel vermittels der Handspeisepumpe mit Wasser. Während des Anheizens muss Umschaltehahn e auf „Ventilation“ gestellt sein, desgleichen muss Ventil h, Hahn o und Klappe p offen stehen. Bis das Wasser im Dampfkessel zum Sieden kommt, hat der Wärter reichlich Zeit, um die inficierten Gegenstände in die Desinfectionskammer zu bringen. Die Sachen werden dabei in ihren Leinwandhüllen gelassen, nur die von den Kranken bei der Aufnahme abgelegten Kleider werden aus den leinenen Tüchern herausgenommen und an Kleiderriegeln im Apparat aufgehängt, worauf sie mit den leinenen Tüchern locker umhüllt werden. Nach Beendigung des Einladens hat der Wärter seine Hände gründlich mit Seife zu waschen.

Sobald die Dampfentwickelung beginnt, was am heftigeren Schwanken des Wassers im Standrohr, besonders aber am Heisswerden des vom Umschaltehahn e nach oben abgehenden Rohres g zu erkennen ist, muss das Luftventil h geschlossen und der Hahn e sehr langsam auf „Desinfection“ gestellt werden. Es strömt nun der Dampf oben in die Kammer ein, während die Luft unten durch das Abzugsrohr n entweicht. Sobald der Dampf bis in das Abzugsrohr n gelangt ist, beginnt das Thermometer q rasch zu steigen. Es muss dann der Hahn o soweit zugedreht werden, dass nur Condensationswasser, nicht aber auch Dampf ausströmen kann. Erst wenn das Thermometer 100^0 oder nahezu diese Temperatur erreicht hat, muss die Drosselklappe p langsam geschlossen werden, worauf der Dampf nur durch ein in der Klappe befindliches kleines Loch ausströmen kann. Der Dampfdruck steigt dann allmählich auf 0,2 Atmosphären, und das Thermometer auf 105^0 und etwas darüber.

Die eigentliche Desinfection wird von dem Zeitpunkt ab gerechnet, wo das Thermometer q 100^0 erreicht hat. Ihre Dauer be-

trägt in der Regel 1 Stunde. Wie Versuche mit einem Klingelthermometer und mit Bacteriensporen ergeben haben, genügt diese Zeit, um den gespannten Dampf bis in die innersten Theile grosser Wäschebeutel eintreten zu lassen und daselbst sehr widerstandsfähige Mikroorganismen abzutödten.

Nachdem die Desinfection die vorgeschriebene Dauer erreicht hat, wird sie in der Weise beendigt, dass zuerst das Feuer gedämpft, und durch Umlegen des Hahns e der Dampf von der Kammer abgelenkt und direct in das Dampfabzugsrohr geleitet wird. Um nun die Kammer vom Dampf zu entleeren, wird Drosselklappe p langsam geöffnet und erst dann, wenn der Ueberdruck beseitigt, Luftventil h gehoben. Die in der Luftheizkammer erwärmte Luft streicht dann durch die Desinfectionskammer und spült den darin noch enthaltenen Dampf fast gänzlich aus.

Die Zeit während der Ventilation hat der Wärter dazu zu benutzen, um seine inficierten Kleider nebst den Pantoffeln noch im Einladeraum abzulegen, dann ein warmes Douchebad zu nehmen und im Ausladeraum den Tagesanzug anzulegen.

Nach dem Herausnehmen der Gegenstände aus der Kammer werden dieselben von den Umhüllungen befreit und tüchtig ausgeschüttelt. Matratzen werden auf hürdenartigen Trockengestellen ausgebreitet, Röcke, Ueberzieher und Taillen nach dem Ausschütteln vermittels Kleiderriegel an Kleiderständern aufgehängt.

Die desinficierten Gegenstände werden durch die Thür hinausgetragen, die aus dem Ausladeraum direct ins Freie führt, dagegen niemals durch den Bade- und Einladeraum.

Allgemeine Bestimmungen.

Der Wärter muss stets drei Anzüge im Gebrauch haben, und zwar einen Tagesanzug und zwei Dienstanzüge. Er darf im Vorraum und im Einladeraum weder rauchen, noch Speisen und Getränke zu sich nehmen. Gegenstände, die nicht in die Desinfectionsanstalt gehören, dürfen dahin nicht gebracht werden.

Zur Vermeidung stärkerer Rauchentwickelung darf der Wärter beim Nachfeuern nicht ohne Weiteres das Heizmaterial in den Feuerraum werfen, sondern er muss zuerst die glühenden Kohlen soweit zurückschieben, bis ein schmaler Streifen vom Rost frei wird, und dann das frische Material vor den glühenden Kohlen aufhäufen.

Alle 6 Monate, und zwar am 1. März und 1. September jedes Jahres sind die Siederohre des Kessels nach Abnehmen der Deckel d auf Kesselsteine zu untersuchen und eventl. gründlich zu reinigen.

Sobald sich im Innern der Desinfectionskammer ein Ansetzen

von Rost bemerkbar macht, sind die Wandungen mit Asphaltlack neu zu streichen.

Wenn Frost zu erwarten steht, oder wenn längere Betriebspausen eintreten sollen, ist der Wasserkessel zu entleeren. Dies darf jedoch erst dann geschehen, wenn das Feuer vollständig erloschen ist. Zugleich mit dem Wasserkessel des Dampfentwicklers muss auch der Behälter für das Badewasser entleert werden.

Im Winter muss die Thür zwischen Einladeraum und Baderaum stets offen gehalten werden, damit dem letzteren die nöthige Wärme mitgetheilt wird.

Chemische Desinfection.

Für die chemische Desinfection der ganz oder theilweise aus Leder bestehenden Sachen werden im Vorraum der Anstalt eine verzinkte Wanne, Schmierseife, ein grosser Schwamm, ein Sprayapparat einfachster Construction und eine Fünfliterflasche mit $5\,^0/_0$iger Karbolsäurelösung vorräthig gehalten. Der Sprayapparat wird hauptsächlich zur Desinfection der Kopfbedeckungen benutzt.

Desinfection von Krankenräumen.

Vorkehrungen zur Wohnungsdesinfection besitzt die Anstalt nicht. Wenn die Desinfection von Krankenräumen des Instituts nothwendig wird, so wird sie unter Leitung eines Assistenzarztes von den Krankenwärtern und Wärterinnen ausgeführt. Besondere Geräthe sind dazu nicht nothwendig, da die Utensilien, Wände, Fussböden u. s. w. so beschaffen sind, dass sie sich ohne Weiteres mit desinficierenden Flüssigkeiten abwaschen lassen. Die Anforderung, Wohnungen oder Wohnungseinrichtungen oder Kleider von Privaten zu desinficieren, ist bis jetzt an die Desinfectionsanstalt des Instituts nicht gestellt worden, da hierfür in ausreichender Weise von der öffentlichen Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin gesorgt wird.

II. Oeffentliche Desinfectionsanstalten.

Berliner öffentliche Desinfectionsanstalt.

Während die Desinfectionsanstalten der Krankenhäuser, mit wenigen Ausnahmen, nur für die Krankenanstalten selbst arbeiten und demgemäss mit einer einfachen Einrichtung auskommen können, müssen die öffentlichen Desinfectionsanstalten der Stadt- oder Landgemeinden viel weiter gehenden Anforderungen genügen und mit besonderen Einrichtungen für die Wohnungsdesinfection versehen sein. Als Muster für diese Anstalten möchte ich die Berliner öffentliche Desinfectionsanstalt anführen, die schon von vielen anderen grossen Städten, wie z. B. Paris, Hamburg, Budapest als Vorbild benutzt worden ist. Sie ist nach dem Plane des Directors H. Merke erbaut und von diesem in der Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen, Jahrgang 1886,

Seite 137—160 ausführlich beschrieben worden. In den 7 Jahren des Bestehens der Anstalt sind nur geringe Aenderungen getroffen worden. Im Folgenden werde ich die Anstalt so schildern, wie ich sie bei einem Besuch im December 1893 gesehen habe.

Fig. 3.

Grundriss des Erdgeschosses

Grundstück der Anstalt.

Wie aus dem beigefügten Grundriss (Fig. 3) zu ersehen ist, wird das 38,5 m tiefe und 46,0 bezw. 42,6 m breite Grundstück durch das Hauptgebäude in zwei nahezu gleiche Höfe getheilt, von denen der eine für die Zufuhr der zu desinficierenden Gegenstände, der andere für die Abfuhr der desinficierten bestimmt ist. In den beiden hinteren Ecken des Grundstückes befinden sich Wagenremisen, die

Schnitt d. d. Aufbewahrungsraum.

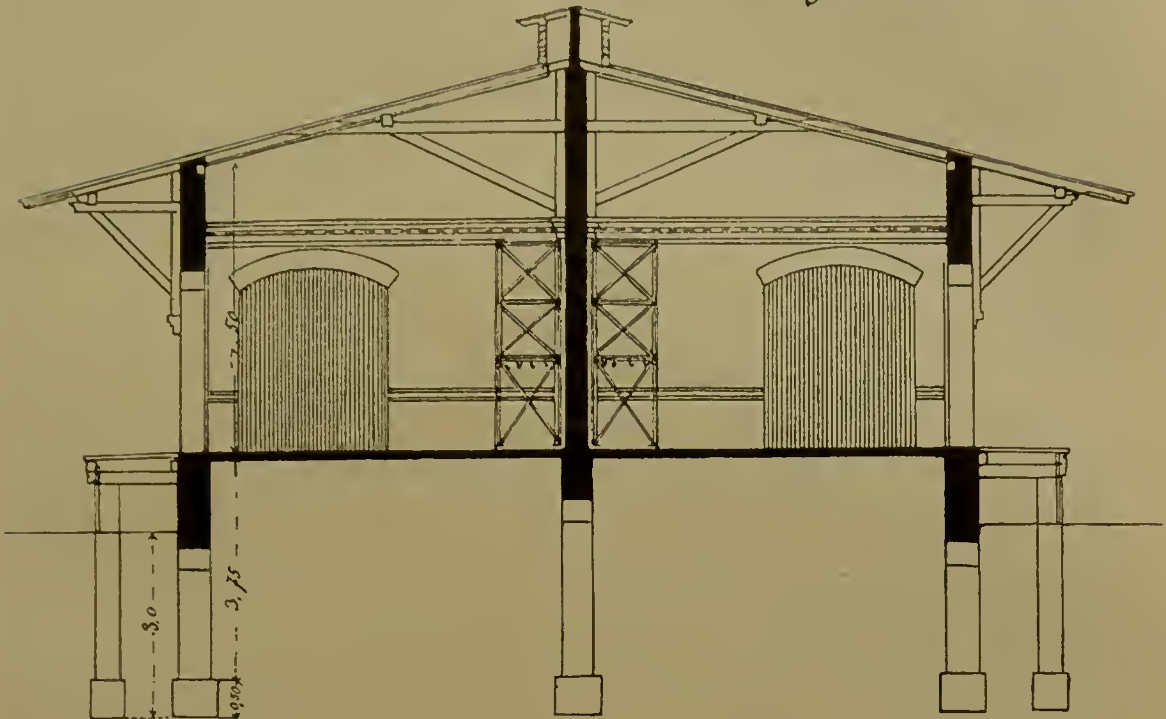


Fig. 4.

Schnitt d. d. Apparateraum.

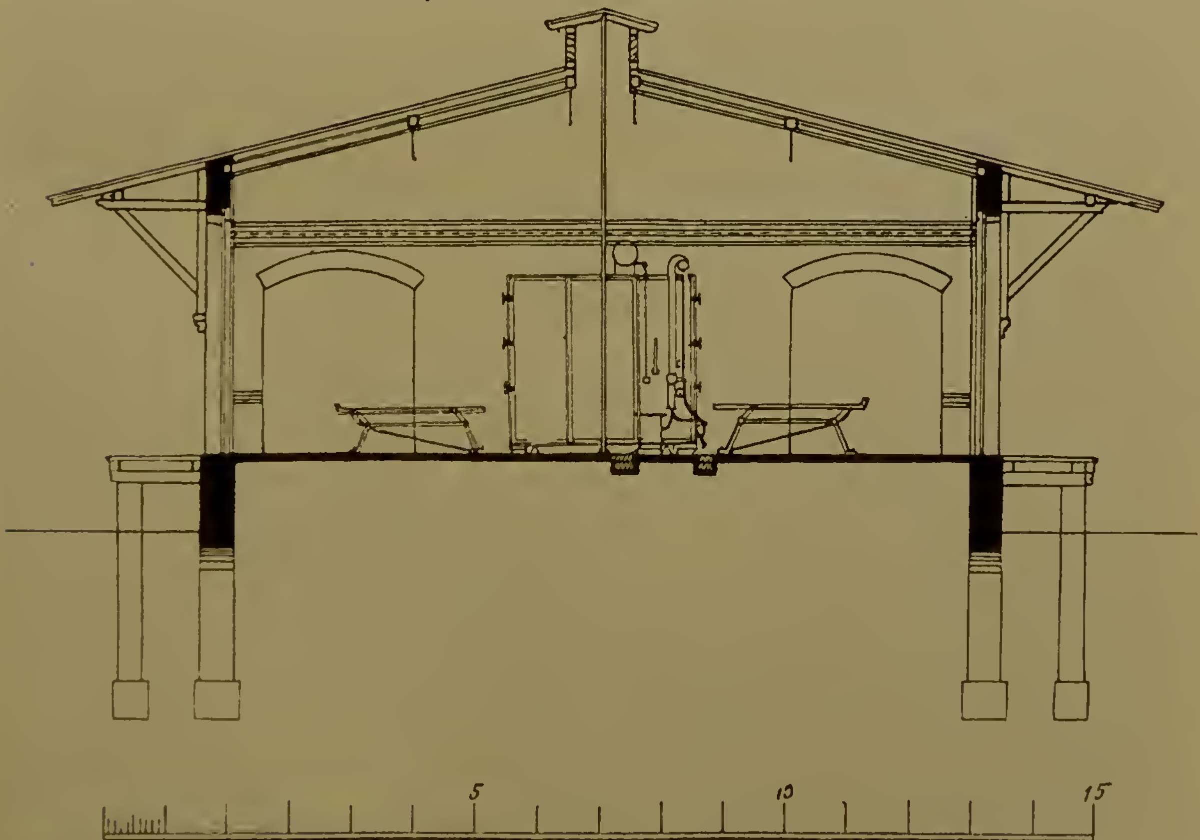


Fig. 5.

5 m tief und 10,5 m lang sind. In der letzten Zeit ist unter Hinzunahme des dahinter liegenden Grundstücks die Anstalt weiter ausgebaut worden. Von den Erweiterungsbauten sind jedoch erst die neuen Wagenremisen, sowie ein Appellsaal für die Wohnungsdesinfectoren in Benutzung genommen.

Desinfections-gebäude. Das Hauptgebäude, das in massivem Backsteinbau ausgeführt ist, enthält die Aufbewahrungsräume für die inficierten bezw. desinficierten Gegenstände, den eigentlichen Desinfectionsraum, das Kesselhaus und das Büreau. Zu beiden Seiten des Kesselhauses liegen niedere Anbauten, die als Kohlen- und Werkstattraum bezw. als Badeanstalt dienen.

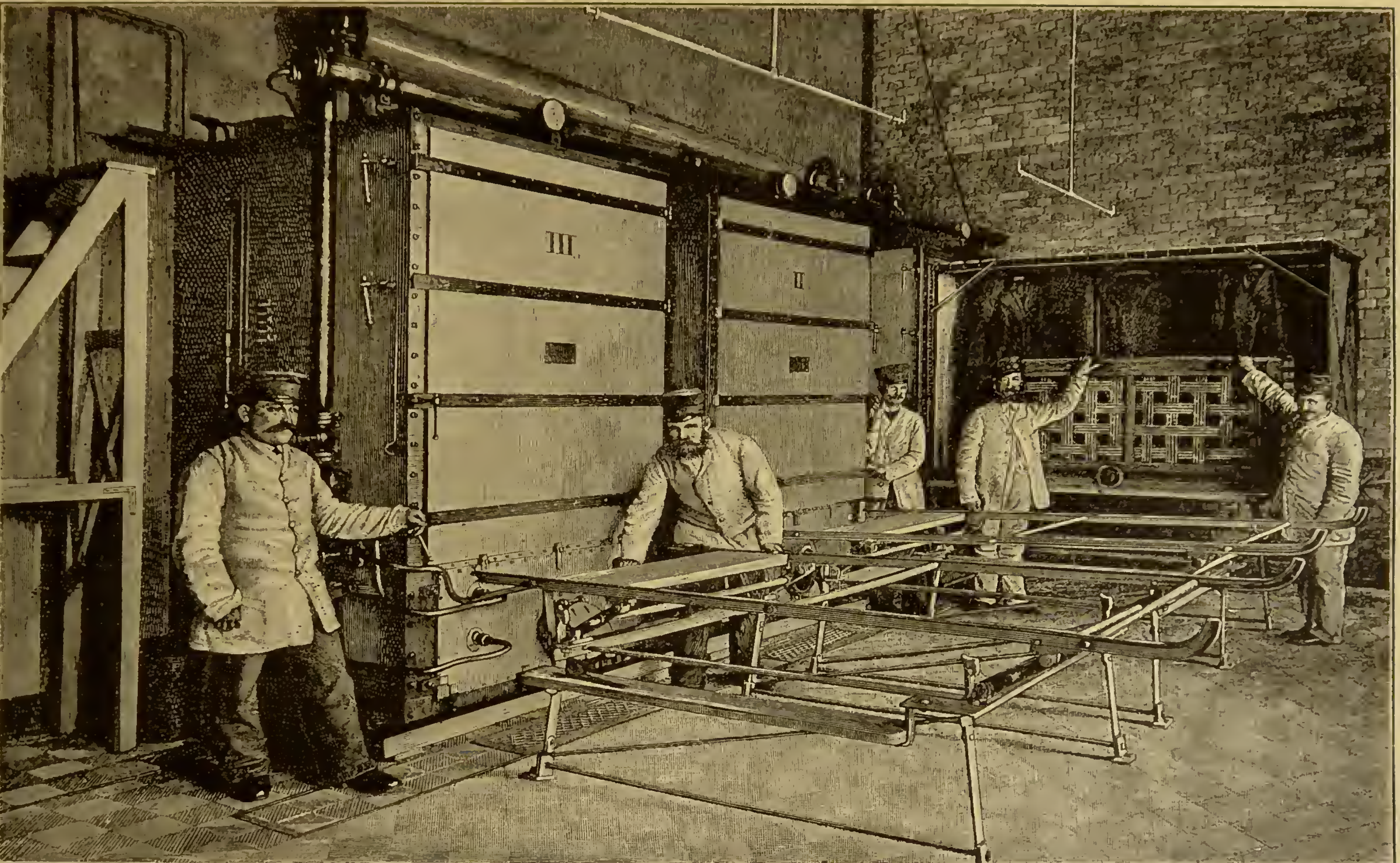
Der Schornstein, der ein besonderes Blechrohr für die abziehenden Wasserdämpfe enthält, liegt in der Ecke zwischen Badeanstalt und Desinfectionsraum. An den Längsseiten des Gebäudes ziehen sich Ladeperrons hin, die 1,55 m hoch sind und ein bequemes Ab- und Einladen der Desinfectionsobjecte gestatten.

Aufbewahrungsräume. Die Aufbewahrungsräume für inficierte und desinficierte Gegenstände sind durch eine starke Mittelwand vollständig von einander getrennt und haben eine Länge von 15,26 m und eine Breite von 5,81 m. An der Mittelwand sind dreietagige eiserne Regale angebracht, die zur Unterbringung der Desinfectionsobjecte dienen sollen, jedoch hierzu nicht mehr benutzt werden. In dem Aufbewahrungsraum für inficierte Gegenstände, der eigentlich nicht zur Aufbewahrung, sondern zur Empfangnahme und Registrirung der eingelieferten Gegenstände dient, findet nebenbei auch die chemische Desinfection derjenigen Sachen statt, die die Einwirkung des heissen Wasserdampfs nicht vertragen. Zu dem Zwecke sind hier zwei flache Wannen, mehrere Flaschen mit $5^0/_0$iger Karbolsäurelösung und einige Sprayapparate vorhanden.

Von dem Empfangsraum gelangt man durch eine grosse Thüröffnung in den eigentlichen Desinfectionsraum, in dessen Mitte vier grosse Schimmel'sche Desinfectionskammern nebeneinander aufgestellt sind. Ueber diese hinweg geht eine Rabitz'sche Gypswand, die den Raum in eine unreine und eine reine Hälfte theilt. Auf der unreinen Seite werden die Sachen in die Apparate eingeladen, auf der anderen Seite nach Beendigung der Desinfection herausgenommen. Von hier gelangen sie in den zweiten Aufbewahrungsraum, wo sie auf hölzernen Hürden vollständig getrocknet und bis zum Rücktransport aufbewahrt werden.

Desinfectionsraum.

Kesselhaus. Das an den Desinfectionsraum stossende Kesselhaus enthält zwei Dampfkessel von ca. 50 qm. Heizfläche.



In der ersten öffentlichen Desinfectionsanstalt zu Berlin.

Badeanstalt. In der Badeanstalt befindet sich eine mit Kacheln ausgekleidete grössere Badestube mit sechs Brausen, eine kleinere Badestube mit einer Badewanne zur Desinfection von Hebeammen, zwei Umkleideräume für die Desinfectoren, zwei Klosets und ein Pissoir.

Fussböden, Wände, Ventilation, Wasserleitung, Heizung. Die Aufbewahrungs- und Desinfectionsräume haben Fussböden aus Sinziger Fliesen. Ihre Innenwände sind mit gelben Verblendsteinen verblendet. Die Ventilation erfolgt durch Dachreiter mit verstellbaren Klappen. In den Desinfectionsräumen befinden sich zwei Standrohre der Wasserleitung, um mittelst angeschraubter Gummischläuche Fussboden, Wände und Decke abspülen zu können. Die Heizung der Aufbewahrungsräume erfolgt durch eiserne Füllöfen.

Desinfectionskammern. Die vier Desinfectionskammern stammen aus der Fabrik von Oscar Schimmel & Co. in Chemnitz. Jede besteht aus einem grossen Grösse. doppelwandigen eisernen Kasten, der aussen 2,51 m hoch, 1,60 m breit und 2,85 m lang ist. An beiden Stirnseiten befinden sich je Zwei Thüren. zwei Thüren, die durch Schraubzwingen dampfdicht geschlossen werden können. Im unteren Theil des Gehäuses liegen mehrere Reihen guss- Heizrohre. eiserner Rippenheizrohre und über und zwischen diesen ein dünneres mit zahlreichen Löchern versehenes Kupferrohr, das jedesmal an den Thüren umbiegend in fünf Längssträngen durch den Apparat geführt ist. Beschickungswagen. Oberhalb dieses Rohres befindet sich ein eiserner Beschickungswagen von 4,5 qm Inhalt, der mit Rollen auf Schienen ruht, die an der Gehäusewandung befestigt sind. Der Wagen kann sowohl nach der reinen, als auch nach der unreinen Seite herausgefahren werden, wenn die ausserhalb der Kammer gelegenen Schienengestelle an die inneren Schienen angelegt werden. An der Decke befindet sich ein Ventil, das bei einem Ueberdruck von $^1/_{10}$ Atmosphäre abbläst, und ein Manometer. Ein aussen sichtbares Thermometer ist nicht vorhanden.

Der Wagen ist jetzt, ebenso wie der Wagen des Henneberg'schen Apparats im Institut für Infectionskrankheiten, am Boden, an einer Seitenwand und an beiden Stirnwänden mit Holzleisten ausgeschlagen. Einschiebbare Böden. An der Innenseite der Stirnwände sind in Abständen von 30—40 cm Leisten angebracht, auf welchen Böden, bestehend aus eisernen Rahmen mit starkem Drillichüberzug, in die Kammer geschoben werden können.

Betrieb der Anstalt. Der Betrieb der Anstalt ist durch Herrn Director Merke in folgender Weise geregelt:

Transport der inficiert. Sachen. Auf Anordnung des Verwalters holen die Desinfectoren in besonderen gut verschliessbaren Wagen, deren Bespannung und Fuhrpersonal ein Unternehmer gegen eine fest normierte Entschädigung zu stellen hat, die inficierten Gegenstände aus der betreffenden Woh-

nung ab. Während des Einpackens in der Wohnung tragen die Beamten einen bis an die Füsse reichenden uniformartig gearbeiteten Leinewand-Paletot über ihrem Dienstanzug, der bei dem Verlassen der Wohnung mit einer fünfprocentigen Carbolsäurelösung mittels eines Spray-Apparates gründlich besprüht und dann abgelegt und in den Wagen gepackt wird. Zum Einpacken der Gegenstände sind leinene Hüllen und Beutel in den verschiedensten Grössen mitzunehmen, welche, nachdem sie gefüllt sind, ebenfalls mit derselben Carbollösung stark angefeuchtet werden, um ein Ausstäuben ihres Inhaltes zu vermeiden. Kleidungsstücke, dürfen nicht in Säcke gestopft werden, sondern sind möglichst glatt in besondere leinene Tücher, die sogenannten Kleiderhüllen einzuschlagen; reine Wäsche ist von beschmutzter, trockene von feuchter gesondert zu verpacken; Teppiche und Decken werden zusammengerollt, nicht gefaltet, eingepackt, da sonst sehr leicht Kniffalten entstehen, die, wenn heisse Dämpfe auf sie einwirken, nicht mehr zu entfernen sind.

Das gesammte Desinfectionsmaterial wird nun auf dem kürzesten Wege der Anstalt zugeführt. Nach der Desinfection werden die Sachen in anderen Wagen, die sich auch äusserlich von den für inficierte Gegenstände bestimmten unterscheiden, ihren Eigenthümern wieder zugestellt. Die Benutzung derselben Wagen für das Abholen und Zurücktransportieren der Sachen, wodurch die desinficierten Gegenstände aufs Neue inficiert werden könnten, ist absolut ausgeschlossen.

Rücktransport der desinficierten Sachen.

Die Wagen selbst werden nach jedesmaligem Gebrauch mit 5procentiger Carbolsäurelösung ausgewaschen. —

Das Desinfectionsverfahren und die Bedienung der Apparate ist in folgender Weise geregelt: Die sämmtlichen Apparate werden von 8 Uhr Morgens ab vermittelst der Rippenheizrohre bei halbgeöffneter Luftzuführungs- und Luftabführungsklappe angeheizt. Das Dampfventil, welches den Dampf in die Rippenheizrohre leitet, bleibt während der ganzen Betriebszeit geöffnet.

Desinfectionsverfahren und Bedienung der Apparate.

Heizung der Kammern.

Die ersten inficierten Sachen kommen gewöhnlich zwischen 10 und $^1/_2$ 11 Uhr Vormittags an. Beim Einpacken der zu desinficierenden Gegenstände in die Apparate ist darauf zu sehen, dass alle Geräthschaften, in denen Holz zur Verarbeitung gekommen ist, wie Sophas, Fauteuils und dergl., von den übrigen Desinfectionsobjecten getrennt in einen besonderen Wagen verladen werden. Beim Verpacken von grösseren Gegenständen ist derartig zu verfahren, dass zwischen den einzelnen Stücken Zwischenräume gelassen werden, durch welche der Dampf möglichst frei circulieren kann. Decken sind nicht aufeinander

Einladen der inficierten Objecte.

zu packen, sondern einzeln im Wagen aufzuhängen. Teppiche, Läufer, Vorhänge und dergl. müssen locker in den Wagen gelegt werden, um die Bildung von Kniffen zu vermeiden.

Wäsche ist in Beuteln verpackt aufzuhängen, wobei darauf zu achten ist, dass reine Wäsche von beschmutzter gesondert wird.

Kleidungstücke, wie Röcke, Hosen, Westen, Ueberzieher, Frauenkleider u. s. w. sind glatt in die hierzu bestimmten leinenen Hüllen einzuschlagen und vermittelst Kleiderriegel im Wagen aufzuhängen.

Vor der Verpackung in die Wagen sind die Taschen der Kleidungsstücke auf Streichhölzer und andere leicht entzündliche Gegenstände hin zu revidieren.

Betten müssen einzeln auf die hierfür bestimmten Böden locker ausgebreitet werden. Diese sind dann auf die an den Stirnwänden des Wagens angebrachten Leisten zu schieben.

Ledersachen sind von der Desinfection mit Dampf gänzlich auszuschliessen.

Nasse Gegenstände sind in kleine Beutel zu packen und im Apparat frei aufzuhängen.

Vorwärmung, Dampfeinlass, Ventilation.

Nachdem ein Wagen vorschriftsmässig beladen ist, wird derselbe in den Apparat hineingeschoben, und die innere und äussere Thür des letzteren geschlossen. Zunächst werden die Sachen 20 Minuten lang vorgewärmt. Dann wird die Luftzu- und Abführungsklappe geschlossen und der Apparat mit directen Dämpfen beschickt, wobei durch eine Oeffnung in der letzteren Klappe so viel Dampf abziehen kann, dass der Druck des Dampfes gewöhnlich zwischen $^1/_{20}$ und $^1/_{10}$ Atmosphäre bleibt. Es wird darauf geachtet, dass das Manometer einen Ueberdruck von $^1/_{20}$ zeigt. Steigt der Druck über $^1/_{10}$ Atmosphäre, so bläst ein an der Decke der Kammer befindliches Ventil ab.

Betten sind 35 Minuten lang dem strömenden Dampf auszusetzen, Kleider 25 Minuten und Polstermöbel nur 15 Minuten lang. Hierauf ist die Dampfzuströmung abzustellen, die Abzugs- und Luftzuführungsklappe wieder zu öffnen und die Kammer 20 Minuten lang zu ventilieren. Nach erfolgter Ventilation ist mittelst der Klingel dem auf der Ausladeseite befindlichen Personal das Signal zum Oeffnen des Apparats und Ausladen des Wagens zu geben. Ist der Wagen entleert, so wird er in den Apparat zurückgeschoben, die innere und äussere Thür des letzteren fest verschlossen, und es wird dann wiederum mittelst der Klingel zurückgemeldet, dass der Apparat leer ist und von neuem beschickt werden kann.

Chemische Desinfection.

Die chemische Desinfektion hat in der Weise zu geschehen, dass Hüte, Pelze und dergl. mit einer $5^0/_0$igen

Karbollösung tüchtig zu besprühen sind, während Stiefel und Ledersachen mit Kaliseifenlösung gereinigt und nachher mit einer 5 %igen Karbollösung abgewaschen werden.

Nach Beendigung des Dienstes haben die Desinfectoren dem Maschinisten das Signal für das Absperren des Dampfes zu geben und darauf zu achten, dass die Thüren und Ventilationsklappen geschlossen, die sämmtlichen Ventile und Hähne aber geöffnet sind. Dann haben die Bedienungsmannschaften ihre Arbeitsanzüge gegen andere zu vertauschen. Dieser Wechsel der Kleidungsstücke findet in der Badeanstalt statt, wo die Desinfectoren ein Bad nehmen und mit besonderer Sorgfalt Kopf- und Barthaare reinigen müssen.

Polizeiliche und städtische Massnahmen zur Einführung der Wohnungsdesinfection.

Nachdem die Desinfectionsanstalt im Jahre 1886 eingerichtet war, bemerkte man bald, dass die Familien, in denen ein Fall von Infectionskrankheit vorgekommen war, gewöhnlich nur einen Theil der inficierten Sachen an die Anstalt einschickten, die übrigen dagegen ohne vorherige Desinfection weiter benutzten. Es blieb somit die Gefahr bestehen, dass durch die zurückbehaltenen Sachen die Krankheit weiter verbreitet würde. Auch wurde sehr bald als Missstand erkannt, dass die desinficierten Gegenstände in die nicht desinficierte Wohnung zurückkamen und hier von neuem der Infection ausgesetzt waren.

Um hier Abhülfe zu schaffen, wurde unter dem 7. Februar 1887 eine Polizeiverordnung nebst Anweisung zum Desinfectionsverfahren erlassen, wonach bei asiatischer Cholera, Pocken, Fleck- und Rückfalltyphus und Diphtherie unbedingt*), bei Darmtyphus, Scharlach, epidemischer Ruhr, Masern, Keuchhusten und Lungenschwindsucht auf besondere amtliche Anordnung, die von den Kranken benutzten Effekten und Räume mit der darin befindlichen Ausstattung zu desinficieren seien.

Zunächst wurde die Wohnungsdesinfection durch geprüfte Heildiener ausgeführt. Doch sah man bald ein, dass die Stadt nur dann auf eine sichere und zuverlässige Ausführung der Desinfection rechnen könnte, wenn sie dazu ein eigenes, besonders ausgebildetes Personal stellte. Dies geschah denn auch. Die Organisation dieses neuen Instituts wurde in die Hände des Director Merke gelegt, der sie auch mit Unterstützung von Geheimrath Pistor und Stadtrath Strassmann

---

*) Nach einer Polizeiverordnung vom 8. December 1890 treten zu den ansteckenden Krankheiten, welche unbedingt die vorschriftsmässige Desinfection erheischen, alle Erkrankungen und Sterbefälle an Lungen-, Kehlkopf- und Darmtuberkulose hinzu, welche in dem öffentlichen Verkehr dienenden Aufenthaltseinrichtungen vorkommen.

Ausbildung der Wohnungsdesinfectoren.

in vollendeter Weise durchführte. Zunächst wurden dazu die an der Desinfections-Anstalt angestellten Bedienungsmannschaften ausgebildet und da diese allein nicht ausreichten, noch andere geeignete Kräfte herangezogen. So wurde ein Stamm von zuverlässigen Wohnungsdesinfectoren geschaffen, von denen jeder einzelne im Nothfalle im Stande war, auch mit nicht geschulten Arbeitern eine Wohnung sicher zu desinficieren. Um für Zeiten von Epidemien eine grössere Zahl von Hülfskräften zu gewinnen, wurden dann noch aus dem bei der Strassenreinigung beschäftigten Personal geeignete Mannschaften als Wohnungsdesinfectoren ausgebildet. Dadurch wurde es ermöglicht, selbst den gesteigerten Anforderungen während der Choleragefahr im Sommer 1892 und 1893 zu genügen.

Die Wohnungsdesinfection ist in folgender Weise geregelt:

Transport der Desinfectoren und der Geräthe.

Die Desinfectoren werden bei weiteren Touren, da ihnen das Fahren in Pferdeeisenbahnen, Droschken, Omnibus etc. verboten ist, durch Kremser mit den in einem eisernen Koffer vorschriftsmässig verpackten Materialien, sowie den erforderlichen Geräthen (siehe unten) in die zu desinficierende Wohnung gesandt. Handelt es sich um nahe bei der Anstalt gelegene Wohnungen, so wird zur Hinschaffung der Geräthe und Materialien ein Handwagen benutzt.

Ueber den Gang und die Ausführung der Wohnungsdesinfection wird die nachfolgende Instruction des Magistrats für die städtischen Wohnungsdesinfectoren vom 14. Juni 1890, die hier noch auf ihre Vollständigkeit ergänzt worden ist, ein klares Bild ergeben.

Erste Arbeiten in der zu desinficierenden Wohnung.

1. Kleiderwechsel.

Sofort nach erfolgter Uebernahme der zu desinficierenden Wohnung haben die Desinfectoren ihren Dienstanzug gegen den Arbeitsanzug umzutauschen. Der Dienstanzug muss in dem mitgebrachten Kleiderbeutel vorschriftsmässig verpackt und an geeigneter Stelle aufbewahrt werden. Das Tragen des Dienstanzuges während der Dauer der Desinfection ist verboten.

2. Herbeischaffung von heissem Wasser.

Demnächst müssen die Desinfectoren das zur Desinfection erforderliche heisse Wasser herbeischaffen, event. ist solches in der zur Wohnung gehörigen Küche zu bereiten. Mit Leitern, Eimern und anderen Geräthschaften sind sie selbst ausgerüstet.

3. Verpackung der nach der Desinfectionsanstalt zu schaffenden Gegenstände.

Die Desinfectoren haben alle diejenigen Gegenstände, deren Desinfection in der Desinfectionsanstalt zu erfolgen hat, vorschriftsmässig zu verpacken und nach dem inzwischen eingetroffenen Wagen der Desinfectionsanstalt zu bringen.

4. Abrücken der Möbel von den Wänden, Abnehmen der Bilder etc.

Die in der Wohnung verbliebenen Möbel, Bilder u. s. w. werden sämmtlich in der Mitte des Zimmers aufgestellt und hier der Reihe nach desinficiert.

5. Vernichtung von Arzneien.

Vorgefundene Arzneien sind in das Closet zu giessen resp. zu schütten; auf keinen Fall dürfen Arzneien verbrannt werden.

Ausführung der Desinfection:

1. Der Wände.

Die Desinfection der Wände erfolgt durch Abreiben derselben mit Brot.*)

Getünchte Wände, ebenso wie nicht tapezierte Wandtheile hinter dem Ofen, sind mit fünfprocentiger Carbolsäure oder mit Kalkmilch**) zu desinficieren.

Die Ausführung der Desinfection geschieht in der vorgeschriebenen, in denInstructionsstunden practisch geübten Weise.***)

Jede Staubentwickelung, sowie jede Beschädigung der Wände und Geräthschaften ist möglichst zu vermeiden.

---

*) Das Brot muss mindestens 24 Stunden alt sein, da zu weiches Brot an der Wand kleben bleibt, zu altes dagegen bröckelt.

**) Von der Desinfection der mit Kalkfarbe gestrichenen Wände durch Uebertünchung mit 25% Kalkmilch wird noch nicht Gebrauch gemacht, da die Frage der Farbenmischung noch nicht entschieden ist.

***) Nachdem man sich nämlich ein Stück Brod mit einer glatten Schnittfläche abgeschnitten, so gross, dass man es bequem in der Faust halten kann, wird die Kruste von der zum Reiben bestimmten Seite rings herum entfernt. Nun werden die Wände in senkrechter Richtung, von oben nach unten, unter gleichmässigem Andrücken des Brotes an die Wand abgerieben, und zwar wird genau unterhalb der Zimmerdecke begonnen. Die durch das Abreiben schmutzig gewordenen Brotflächen werden abgeschnitten, in einem hierzu bestimmten Gefässe gesammelt und bald verbrannt, der übrig bleibende Theil weiter benutzt.

Sämmtliche während des Brodabreibens auf den Fussboden gefallenen Brodkrumen sind sorgfältig mit einem feuchten Besen zusammen zu kehren und sofort zu verbrennen.

2. Der Möbel, Thüren, Wandbekleidungen, Bilder, Kinderspielzeuge etc.

Die Reinigung der Möbel geschieht in der Weise, dass die polierten Theile mit einem weichen Lappen, der in zweiprocentige Carbolsäurelösung getaucht und wieder ausgedrückt ist, feucht abgerieben und sofort mit einem trockenen Lappen nachgerieben werden. Dasselbe geschieht mit geschnitzten und gebeizten Holztheilen.

Die Rückwände, Decken u. s. w. der Möbel, d. h. alle nicht polierten resp. gebeizten Theile werden zweimal hinter einander mit zweiprocentiger Carbollösung abgewaschen; sind dieselben sehr stark beschmutzt, so müssen sie vor Anwendung der Carbolsäure mit heissem Seifenwasser gereinigt werden.

Holzbekleidungen der Wände, Thüren, Fenster und dergl. werden mit zweiprocentiger Carbolsäurelösung abgewaschen und sofort abgetrocknet.

Bilder, welche sich nicht unter Glas befinden, werden nur mit trockenen weichen Lappen, Oelgemälde werden mit zweiprocentiger Carbollösung feucht abgewischt und sofort nachgetrocknet.

Weniger werthvolles Kinderspielzeug ist sofort zu verbrennen, bessere Sachen sind, soweit sie nicht mittelst strömender Wasserdämpfe in der Desinfectionsanstalt behandelt werden können, durch wiederholtes energisches Abwaschen mit zweiprocentiger Carbolsäurelösung zu desinficieren.

Ledersachen (Stiefel, Schuhe), ebenso Gummiwaaren sind mit zweiprocentiger Carbollösung abzuwaschen, Pelzsachen sind mit dieser Lösung nach Vorschrift zu desinficieren.

Metallgegenstände (Lampen, Rahmen, Thürbeschläge) werden mit zweiprocentiger Carbollösung abgewischt und schnell trocken gerieben.

Ebenso sind Glas-, Porzellan-, Nippessachen und dergl. zu behandeln.

3. Des Fussbodens.

Sehr stark verunreinigte Fussböden sind erst mit einer heissen Seifenlösung abzuscheuern und dann mit fünfprocentiger Carbolsäurelösung zweimal nachzuwischen, während für gewöhnlich ein zweimaliges Scheuern mit fünfprocentiger Carbolsäurelösung genügt.

Parquetfussböden sind mit weichen, in zweiprocentige Carbolsäurelösung getränkten Lappen abzureiben und sofort abzutrocknen.

4. Der zur Desinfection benöthigten Geräthschaften, des Closets und des Ausgussbeckens.

Zuletzt sind sämmtliche bei der Desinfection benutzten Geräthschaften, wie Eimer, Leitern und dergl., sowie das Closet und das Ausgussbecken mit fünfprocentiger Carbolsäurelösung zu desinficieren.

Körperliche Reinigung vor Verlassen der Wohnung.

Vor dem Verlassen der Wohnung haben die Desinfectoren ihren Arbeitsanzug, die Leinewandstiefel und Mützen (siehe unten) in den Wäschebeutel zu packen. Gesicht und Hände, letztere mit Benutzung der Nagelbürste, mittelst Wasser und Seife gut zu reinigen und sich dann mit ihrem Dienstanzuge zu bekleiden. Dieselbe Vorschrift gilt auch für ein vorübergehendes Verlassen der zu desinficierenden Wohnung. Der Arbeitsanzug nebst Leinewandstiefeln und Mützen werden demnächst in der Anstalt durch Dampf desinficiert.

Rückkehr zur Anstalt.

Nach Beendigung der Arbeiten haben sich die Desinfectoren unverzüglich nach der Desinfectionsanstalt zurück zu begeben und bei dem Verwalter oder dessen Stellvertreter zu melden.

Die Controle über die vorschriftsmässige Ausführung der vorstehend erwähnten Arbeiten üben zwei als Aufseher bestellte Ober-Desinfectoren aus, welche sich von Wohnung zu Wohnung begeben.

Im Folgenden sind nun noch die Arbeitskleidung, sowie die zu einer Wohnungsdesinfection erforderlichen Gebrauchsgegenstände und Geräthschaften nebst ihrem Zweck aufzuführen.*)

a. Arbeitskleidung.

Dieselbe besteht aus einer Leinewand-Blouse, einem Paar Leinewand-Hosen, und einer Leinewand-Mütze, welch' letztere zum Schutz der Kopfhaare und der Nackengegend gegen Staub und Festsetzen von Infectionserregern dienen soll. Ferner aus Stiefeln von starkem Segelleinen mit Holz- und Filzsohle. Diese sind für die Desinfection geeigneter, als solche aus Leder, weil letztere die häufige Desinfection mit Chemikalien nicht vertragen; erstere dagegen können der Dampfdesinfection ausgesetzt werden, stellen sich billiger und ermöglichen geräuschloses und schonendes Auftreten.

---

*) Nach dem Merke'schen „Verzeichniss der zu einer Wohnungsdesinfection in Berlin erforderlichen Geräthschaften und Gebrauchsgegenstände" und nach dem im Auftrage des Berliner Magistrats von B. Binner zusammengestellten Handbuch über die Desinfection in Berlin.

Schliesslich tragen die Desinfectoren als Schutzmittel gegen die Einathmung von Staub oder von aufgewirbelten Infectionserregern während der ganzen Dauer der Desinfection einen an einem Gummibande befestigten und mit frischem Wasser angefeuchteten Levantiner-Schwamm vor Mund und Nasenlöchern.

Die Reinigung der gebrauchten Schwämme geschieht durch Auskochen in zehnprocentiger Sodalösung und nachherigem Abspülen mit kaltem Wasser.

b. Wäsche- und Verpackungsgegenstände.

1. Handtücher zur persönlichen Benutzung der Desinfectoren. Solche von den Bewohnern zu benutzen, ist durchaus zu vermeiden, da hierdurch eine Verschleppung von Infectionskörpern stattfinden kann.
2. Kleiderhüllen zur Aufnahme der Dienstkleidung.
3. Wäschebeutel zur Aufnahme und zum Rücktransport der bei der Desinfection benutzten Kleidungs- und Wäschestücke.
4. Taschen aus wasserdichter Leinewand zum Hintransport des Arbeitsanzuges, der Mütze und der Stiefel.
5. Schwammbeutel zur Aufbewahrung des Schwammrespirators.
6. Messertasche zur Aufbewahrung des Brotmessers.
7. Scheuertücher von 3 m Länge zum Bedecken der Möbel, des Fussbodens etc. zum Schutz gegen Staub beim Abreiben der Wände oder Spritzflecken beim Tünchen.

c. Geräthschaften.

a. Besen, Bürsten, Pinsel.

1. Haarbesen zum Abfegen der Decke und des Fussbodens.
2. Handfeger zum Entfernen des Staubes unter und hinter den Möbeln, Oefen etc.
3. Schrubber zur Reinigung und Desinfection des Fussbodens.
4. Handbürsten zur Desinfection der nicht polierten Möbeltheile und der Thüren.
5. Fensterbürsten, besonders geformte Bürsten für die Desinfection der Fensterrahmen und verzierter, mit Kehlleisten versehener Möbel, welche mit grösseren Bürsten schwer zu reinigen sind.
6. Möbelbürsten, spitz, und
7. Möbelbürsten, rund, zur Reinigung von Polstermöbeln; die verschiedenen Formen der Polstermöbel erfordern für ihre Reinigung auch verschieden geformte Bürsten.
8. Nagelbürsten zur persönlichen Benutzung für die Desinfectoren.
9. Spritzpinsel. Nachdem die Wände mit Brot abgerieben sind, wird der auf ersteren etwa neu abgesetzte Staub durch Be-

spritzen der Wände mit 5 % Carbolsäurelösung beseitigt bezw. desinficiert.

10. Kleiner Pinsel (Möbelpinsel). Zur Reinigung von Bronce-Gegenständen, Bilderrahmen und dergl.

11. Streichpinsel. Bei Wohnungen, welche nur mit Kalkfarbe gestrichen sind, ist beabsichtigt, die Wände durch Uebertünchen mit 25 % Kalkmilch zu desinficieren; da die Wandflächen meist in einem farbigen Ton gestrichen sind, ist es nothwendig, die Wohnung ihrem Inhaber in demselben Farbenanstrich zurückzugeben, welchen sie vor der Desinfection gehabt hat.

12. Strichzieher zum Ziehen der Lichtstriche.

Die unter 11 und 12, sowie C. b. 2 und 31 aufgeführten Gegenstände werden z. Zt. noch nicht gebraucht.

b. Sonstige Geräthschaften.

1. Koffer aus verbleitem Eisenblech, nach besonderer Vorschrift construiert, einschliesslich
   a) 2 Flaschen für Carbolsäure zu 2 resp. 1 kg. Inhalt.
   b) 3 Flüssigkeitsmaasse zur Herstelluug der Carbolsäurelösungen zu 1 l, 100 g und 40 g Inhalt,
   c) 1 Büchse zu Seife, 1,5 kg Inhalt,

   a—c sämmtlich aus verbleitem Eisenblech.

   Die Koffer dienen zum Transport der unter A genannten Schwammrespiratoren, sowie der unter

   B. 5, 6,
   C. a. 1 bis 12,
   C. b. 4, 7, 8, 11 bis 32,
   D. 1 bis 3

   aufgeführten Geräthschaften und Materialien.
2. Gefässe mit Einsatzkasten zu Fächern für Aetzkalk und Farben, aus verbleitem Eisenblech.
3. Leiter, eiserne, zusammenlegbar und verstellbar. Dieselbe kann bis 4 m Länge ausgezogen werden.
4. Gummipuffer (Schuhe zu 3.). Ueber die Kopf- und Fussenden der Leiter zu ziehen zur Vermeidung des Abgleitens oder Beschädigens der Wände und des Fussbodens.
5. Eimer, mehrere, aus verbleitem Eisenblech. Zur Aufnahme der Brotreste und anderer Abfälle, Bereithalten von reinem Wasser und von Carbolsäurelösungen.
6. Müllschippen zum Aufsammeln des Kehrichts.

7. Tülle von Eisenrohr für den Haarbesen.
8. Tülle von Eisenrohr für den Schrubber.
   Zu 7 und 8. Bei der Menge der zu transportierenden Gegenstände war es geboten, dieselben so compendiös wie möglich zu gestalten, so dass also die Stiele der Besen und Schrubber etc. getrennt von diesen untergebracht werden konnten. Es sind daher diese Modelle geschaffen worden. welche den vorstehenden Bedingungen entsprechen. Die Tüllen dienen zur Einführung der aus eisernem Gasrohr hergestellten Stiele.
9. Gasrohr mit Aufsatzring und Klemmschraube als Stiel für den Haarbesen und Schrubber; das Rohr wird über die Tülle des betreffenden Besens geschoben und vermittelst der Klemmschraube mit letzterer fest verbunden.
10. Gasrohr, kürzeres, wird ebenso wie das vorhergehende, mit dem Stiele des Handfegers verbunden.
   Anf diese Weise wird ein Handfeger mit 2 kurzen Stielen in einen solchen mit langem Stil verwandelt.
11. Stiel, eiserner, für den Handfeger.
12. Tragegurt zum Abrücken schwerer Möbelstücke.
13. Holzbrett als Unterlage zum Zerschneiden des Brodes.
14. Tablett aus verbleitem Eisenblech. Untersatz für Carbolsäure, Aetzkalk- und Farbengefässe, um Verunreinigungen und Beflecken der Möbel und Fussböden zu verhindern.
15. Kamm aus verbleitem Eisenblech. Zur Entfernung der in die Besen und Bürsten eingedrungenen gröberen Unreinigkeiten.
16. Brotmesser zum Zerschneiden des für das Abreiben der Wände bestimmten Brodes.
17. Spatel, grosser, und
18. Spatel, kleiner. Zum Abkratzen gröberer Verunreinigungen an Fussböden und Möbel, Auskratzen der Fussbodenfugen.
18. Zange (Kneif).
19. Hammer.
20. Schraubenzieher.
21. Nagelbohrer.
22. Stechbeitel.
23. Scheeren.
24. Drahtzange.
25. Steinmeissel.

} Die Werkzeuge werden von den Desinfectoren benöthigt zur Vornahme kleinerer Reparaturen an Möbeln, bei Abnahme und Wiederanschlagen an den Wänden befestigter Gegenstände, Ausziehen resp. Einschlagen von Bilder- etc. Nägeln, Haken etc.

26. Meterstab von 2 m Länge zum Ausmessen der Fussböden und Wandflächen.

27. Leuchter zum Gebrauch bei Arbeiten in dunklen Räumen.
28. Büchsen zu Holzschrauben, Nägeln etc.
29. Behälter zu Fischleim. Der Fischleim muss mitgeführt werden, um kleinere Beschädigungen an Möbeln an Ort und Stelle ausbessern zu können.
30. Pinsel, kleiner, zum Fischleim.
31. Schlagschnüre zum Vorzeichnen der an den Wänden zu ziehenden Striche.

d. Scheuertücher etc.

1. Scheuertücher à 1 m, zum Reinigen und Aufwischen des Fussbodens.
2. Staub- bezw. Wischtücher zum Abwischen der Möbel etc.
3. Fensterleder zum Abwischen und Putzen der Fenster.

Gebühren. Sätze.

(Verfügung des Berliner Magistrats v. 26. Juni 1890.)

I. Die Gebühren für die Desinfection von Wohnräumen, sowie für die in diesen Räumen bewirkte Desinfection von beweglichen Sachen betragen eine Mark für jede Stunde der von einer Person auf die Desinfection verwendeten Arbeitszeit. Die Berechnung erfolgt nach Viertelstunden. Für die Desinfectoren.

Für die Hin- und Zurückschaffung der Desinfections-Materialien und Utensilien, sowie für die Vorbereitungen zur Desinfection wird ausserdem in jedem Falle als feststehender Satz eine Mark erhoben.

II. Die Gebühren für die Desinfection von beweglichen Sachen in den städtischen Desinfections-Anstalten betragen: Für bewegliche Sachen.

a) für die mittelst strömenden Wasserdampfs desinficierten Sachen vier Mark für jedes Kubikmeter des Raumes, welchen die Sachen im Desinfections-Apparate eingenommen haben, mindestens jedoch, d. h. bei weniger als einem halben Kubikmeter, zwei Mark. Die Berechnung erfolgt nach Zehntel-Kubikmetern.

b) für die mittelst Chemikalien desinficierten Sachen eine Mark für jede Stunde der von einer Person auf die Desinfection verwendeten Arbeitszeit, mindestens jedoch fünfzig Pfennig. Die Berechnung erfolgt nach Viertelstunden.

Mit den Gebühren zu I und II sind auch die Aufwendungen der Desinfections-Anstalten für Desinfections-

Materialien u. s. w., sowie für den Transport der Sachen von der Wohnung nach der Anstalt und zurück bezahlt.

Bei Verhinderung der Desinfection.

III. Falls die Desinfection von Wohnräumen oder von beweglichen Sachen bestellt ist und den demnächst erscheinenden Desinfectoren die sofortige Ausführung der Desinfection, bezw. die Verpackung und Abholung der Sachen behufs des Transportes nach der Desinfections-Anstalt aus irgend einem Grunde nicht gestattet wird, so sind für die Hin- und Zurückschaffung der Desinfections-Materialien und Utensilien, bezw. die Hin- und Rückfahrt des Wagens, sowie für die von den Desinfectoren auf die Hin- und Rückfahrt nutzlos verwendete Zeit in jedem Falle zehn Mark Gebühren zu entrichten.

Einziehung der Gebühren.

Die Gebühren werden in den nächsten Tagen nach erfolgter Desinfection durch einen besonderen Boten unter Vorlegung der quittierten Rechnung eingezogen. Die Abtragung der Schuld in einzelnen Raten wird in geeigneten Fällen auf schriftlichen Antrag gestattet.

Befreiung von den Gebühren.

Von Zahlung der Gebühren ist befreit, wer sich zu diesem Zweck entweder von dem Vorsteher des betreffenden Stadtbezirks oder von dem Vorsteher derjenigen Armen-Commission, in deren Bezirk er wohnt, ein Attest ausstellen lässt und dasselbe an die Desinfections-Anstalt einschickt. Das Attest kann nach erfolgter Desinfection eingesandt werden.*)

Die Ausstellung des Attestes findet statt, wenn der Betreffende eine Wohnung im Miethswerthe bis zu 300 M. inne hat, oder zu der untersten Stufe der Klassensteuer veranlagt ist, oder wenn sich nach Prüfung der Verhältnisse ergiebt, dass er in Folge von Unglücksfällen (Krankheiten, Sterbefällen und dergl.) nicht in der Lage ist, Gebühren zu bezahlen.

Dieselbe Befreiung von Zahlung der Gebühren hat auch für die Desinfection von Effecten Anwendung zu finden.

Die Befreiung von Zahlung der Gebühren hat nicht den Character einer Armen-Unterstützung aus öffentlichen Mitteln.

Uebersicht über die Thätigkeit der Anstalt.

Ein Bild von der Thätigkeit der Desinfektionsanstalt giebt die folgende Zusammenstellung für die Zeit vom 11. August bis 22. October 1892, die Merke in einem am 26. Jan. 1893 gehaltenen Vortrage

*) Zur Vermeidung von Weiterungen wird die Einreichung dieses Attestes binnen spätestens 6 Tagen erbeten.

mitgetheilt hat. In dieser Zeit wurden desinficiert: „1051 Wohnungen mit 2940 Gelassen, ferner 17 Kähne, 16 Hotels, 50 Gemeindeschulen und 5 grössere Steinplätze; ausserdem die Effekten von 2093 Parteien mit zusammen 2590 cbm Kleidungsstücken, Betten u. s. w. Die Zahl der täglich in dieser Zeit beschäftigt gewesenen Desinfectoren und Arbeiter schwankte zwischen 85 und 217; die höchste Zahl der an einem Tage zu desinficierenden Gelasse betrug 103, die grösste Zahl der an einem Tage desinficierten Effekten 74 cbm".

Desinfection der Angehörigen der Kranken.

Sehr viel Kopfzerbrechen hat den Hygienikern und städtischen Verwaltungsbeamten die Frage gemacht, wie die Angehörigen der Kranken oder solche Leute, die aus inficierten Orten, z. B. Choleraorten, kommen, desinficiert werden sollen, da man doch in den öffentlichen Desinfectionsanstalten keine Einrichtungen hat, um neben den Kleidern auch die Menschen zu desinficieren. Ferner ist es mit Schwierigkeiten verbunden, solchen Personen, die nur einen einzigen Anzug besitzen, diesen fortzunehmen und erst, nachdem mehrere Stunden mit dem Transport und der Desinfection vergangen sind, wiedergeben. Wo sollen die Menschen, denen die Kleider fortgenommen sind, sich aufhalten? Ist überhaupt in einer kleinen Wohnung, die gerade desinficiert wird, Platz für die gesund gebliebenen Angehörigen? Diese Fragen sind an vielen Orten noch durchaus nicht in zweckentsprechender Weise geregelt worden.

Hülfsleistung des Asyls für Obdachlose, des Krankenhauses Moabit und des Instituts für Infectionskrankheiten.

Einer Stadt, der so viele Hülfsmittel zu Gebote stehen, wie Berlin, ist es freilich leicht, hier einen Ausweg zu finden. In Berlin werden die Angehörigen der Kranken nach dem städtischen Asyl für Obdachlose gebracht. Nachdem sie sich entkleidet, werden sie gründlich abgeseift und gebadet, während die Kleider in den Desinfectionsapparat wandern.

Nach dem Baden erhalten sie eine wollene Decke und ein Lager, auf dem sie sich so lange aufhalten, bis die Kleider aus dem Desinfectionsapparat zurückkommen. Wenn die so desinficierten Personen in ihre Wohnung zurückkehren, finden sie diese bereits desinficiert vor. In den Zeiten der Choleragefahr während der Jahre 1892 und 93 wurden die Angehörigen zu ihrer Desinfection in das Krankenhaus Moabit aufgenommen, wo sie gleichzeitig auf ihren Gesundheitszustand beobachtet wurden. Ebenso war das Institut für Infectionskrankheiten den Angehörigen von Cholerakranken geöffnet. Diese beiden Anstalten eignen sich freilich auch ganz vorzüglich dazu, da sie mit genügenden Desinfections- und Badevorrichtungen versehen sind. Für die noch gesunden Angehörigen anderer Kranker, z. B. von Typhuskranken, sind jedoch diese beiden Krankenhäuser nicht zugänglich. Dasselbe wird wohl auch für die Krankenhäuser kleinerer

Städte zutreffen. Auch hier wird man sie nur bei Choleragefahr ausnahmsweise den Angehörigen von cholerakranken oder choleraverdächtigen Personen öffnen.

Versorgung der kleineren Städte mit Desinfectionsanstalten. Die Desinfectionsanstalten in kleineren Städten sind gewöhnlich nicht für die Stadt allein, sondern auch für den betreffenden Landkreis berechnet.

Fahrbare Apparate. Unter den Leuten, die bei der Errichtung einer solchen Anstalt mitzusprechen haben, besteht häufig die Neigung, für die Anschaffung von fahrbaren Desinfectionsapparaten einzutreten. Es sind desshalb auch für viele Kreisstädte zunächst nur fahrbare Desinfectionsapparate angekauft worden. Mir gegenüber ist jedoch wiederholt von Kreisphysikern geklagt worden, dass die fahrbaren Apparate ihrer Kreise sich nicht bewährten. Diese stammten freilich von Firmen, die mehr billig als gediegen arbeiteten. In der That ist die Verlegenheit gross, wenn der einzige Apparat des Kreises unterwegs so defect wird, dass mit ihm nicht weiter desinficiert werden kann. In vielen Fällen sind die fahrbaren Apparate auch zu klein, so dass Sprungfedermatratzen oder Polstermöbel nicht hineingehen. Ausserdem haben die fahrbaren Apparate — mit Ausnahme von einigen neuen Apparaten — nur eine Thür, durch die sowohl eingeladen als auch ausgeladen wird, in Folge dessen eine Reïnfection der desinficierten Objecte nicht sicher vermieden werden kann. Ferner pflegt es da, wo nur ein fahrbarer Apparat hinkommt, mit der Wohnungsdesinfection gewöhnlich schlecht bestellt zu sein. Es kann desshalb denjenigen Kreisen, wo bis jetzt allein fahrbare Apparate vorhanden sind, nur gerathen werden, noch einen stabilen Apparat von mindestens 2 cbm Inhalt aufzustellen und die Einrichtung zu treffen, dass die Desinfectionsobjecte abgeholt und zum Apparat hingebracht werden.

Berlin hat trotz seiner grossen Ausdehnung keine fahrbaren Apparate, sondern nur eine einzige feststehende öffentliche Desinfectionsanstalt. Warum sollen die Landkreise hier nicht dem Beispiele Berlins folgen? Wie die fahrbaren Apparate beschaffen sein müssen, falls ganz besondere Verhältnisse ihre Anschaffung doch nothwendig machen, wird am Schlusse dieser Arbeit auseinandergesetzt werden.

Verfahren bei der Desinfection. In epidemiefreien Zeiten wird es ausreichen, wenn eine kleine Kreisanstalt zwei ausgebildete Desinfectoren zur Verfügung hat. Diese begleiten den Transportwagen, der die Sachen abholen soll, mit den zur Wohnungsdesinfection nöthigen Geräthen. Sind die Sachen auf den Wagen aufgeladen, so nehmen sie sofort die Desinfection der Wohnung vor. Hierauf begleiten sie den Wagen nach der Anstalt zurück und desinficieren die mitgebrachten Sachen.

In ganz ähnlicher Weise wurden im Februar v. J. die gelegentlich des Auftretens der Cholera im Saalkreis nothwendigen Desinfectionen von der Desinfectionsanstalt in Halle ausgeführt, und zwar zu allseitiger Zufriedenheit. Es kommt sehr häufig vor, dass sich Landkreise oder kleinere Städte erst dann zur Anschaffung eines Desinfectionsapparates entschliessen, wenn die Cholera näher gerückt oder bereits ausgebrochen ist. Auch dann ist ein feststehender Apparat einem fahrbaren vorzuziehen. Zur Unterbringung desselben genügt zuerst ein Bretterschuppen; nur muss durch eine Scheidewand die unreine von der reinen Abtheilung getrennt sein. Später muss freilich für die definitive Aufstellung des Apparates Sorge getragen werden.

Aufstellung des stabilen Apparats.

Sehr empfehlenswerth ist es, bei der Anlage von Krankenhäusern im Kellergeschoss Räume vorzusehen, in denen ein mindestens 2 m langer Desinfectionsapparat aufgestellt werden kann. In bereits bestehenden Krankenanstalten finden sich selten noch Räume, die sich dazu eignen. Da bleibt dann nichts übrig, als einen Anbau oder ein isoliertes Gebäude zu errichten. Ein Anbau findet am zweckmässigsten neben der Waschanstalt seine Stelle. Wird die letztere mit Dampf betrieben, so kann dieser für die Desinfectionsanstalt mit verwerthet werden. Das Desinfectionsgebäude ist am besten aus massivem Mauerwerk zu errichten. Sind die Geldmittel beschränkt, so muss ein ausgemauerter Fachwerkbau oder ein Holzstielfachwerk mit Bretterverkleidung genügen. Das Dach muss mehrfach verschaalt sein, damit die darunter befindlichen Räume im Sommer nicht zu heiss werden und im Winter nicht zu stark abkühlen. Eine Firstventilation ist nicht nothwendig, wenn der Apparat eine gute Ventilations-Vorrichtung besitzt. Die Wände müssen innen mit Oel- oder Emailfarbe gestrichen sein, damit sie mit desinficierenden Flüssigkeiten abgewaschen werden können.

Desinfectionsgebäude.

Zur Fussbodenbekleidung eignet sich am wenigsten Holz, besser sind schon Ziegelsteine, am besten Asphalt, Cement oder Steinfliesen. Jede Desinfectionsanstalt muss einen Baderaum besitzen, in dem der Wärter ein Bad zu nehmen hat, bevor er die reine Abtheilung betritt. Der Baderaum braucht nur ein Brausebad zu enthalten und muss nicht nur von der unreinen Abtheilung aus zugänglich sein, sondern auch einen Zugang zur reinen Hälfte besitzen. Das zum Brausebade nöthige warme Wasser kann man sich in der Weise verschaffen, dass man, wie im Institut für Infectionskrankheiten, das Dampfabzugsrohr durch ein Wassergefäss hindurchgehen lässt und so das Wasser erwärmt. Auch durch directen Dampf kann man das Wasser erwärmen, wenn man vom Dampfentwickler ein Leitungsrohr zum Wasserbehälter hinführt.

Baderaum.

Anlagekosten.

Sehr wichtig ist die Frage, wie hoch sich die Anlagekosten für eine kleinere Stadt belaufen. Nach einer Berechnung, die Prof. E. v. Esmarch*) angestellt hat, wären auszugeben für:

Desinfectionsapparat	560	M. bis	820	M.
Dampfentwickler	500	„ „	800	„
Errichtung des Gebäudes	3000	„ „	5000	„
Wasch- oder Badeeinrichtung	30	„ „	150	„
Innere Einrichtung, Hürden u. s. w.	200	„ „	500	„
Leinene Hüllen für Desinfectionsobjecte	40	„ „	100	„
Desinfectorenanzüge	40	„ „	80	„
Apparate zur Wohnungsdesinfection	70	„ „	70	„
Transportwagen	350	„ „	700	„
Insgemein	210	„ „	280	„
	5000	M. bis	8500	M.

Nach der Ansicht des Prof. v. Esmarch wird man unter 5000 M. nicht gut herabgehen können, wenn man eine Desinfectionsanlage wirklich für weitere Kreise einrichten will.

III. Desinfectionsanstalten mit Einrichtungen zur gleichzeitigen Desinfection von Menschen und deren Effecten.

Verfahren im Institut für Infectionskrankheiten.

Wie bereits erwähnt, ist es in manchen Fällen nothwendig, nicht nur die inficierten und verdächtigen Kleider, sondern auch die Menschen selbst, zu desinficieren. Im Institut für Infectionskrankheiten wird auf Veranlassung des Herrn Geheimrath Koch jeder Kranke, der zur Entlassung kommt, im warmen Bade tüchtig abgeseift, bevor er seine eigenen, vorher mit Dampf desinficierten Kleider anlegen darf.

Verfahren in der öffentlichen Desinfectionsanstalt in Berlin.

Die öffentliche Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin besitzt zwar eine kleine Badeanstalt, doch reicht diese nur für die Desinfectoren selbst und für die Hebammen aus, die bei Wöchnerinnen mit Kindbettfieber thätig gewesen sind. Bedürfen noch andere Personen der Desinfection, so hilft sich die Anstalt damit, dass sie dieselben, wie bereits erwähnt, dem mit Bädern und Dampfdesinfectionsapparaten ausgestatteten städtischen Asyl für Obdachlose überweist. Oeffentliche, selbstständige Desinfectionsanstalten mit Vorrichtungen zur Desinfection einer grösseren Anzahl von Menschen sind bis jetzt leider sehr selten. Dass solche Vorrichtungen aber nothwendig sind, kann gar keinem Zweifel unterliegen. Es dürfte sich desshalb empfehlen,

*) E. v. Esmarch: Die Desinfectionsanstalt kleiner Städte. Gesundheits-Ingenieur 1893. No. 16.

bei der Neuanlage von Desinfectionsanstalten auch grössere Badevorrichtungen, am zweckmässigsten in Form von Brausebädern vorzusehen.

Die einzige grössere Desinfectionsanstalt*) mit Einrichtungen zur Desinfection von Menschen**), die mir bekannt geworden, ist die Garnison-Desinfectionsanstalt in Thorn. Garnison-Desinfectionsanstalt in Thorn.

Einen Grundriss und eine kurze Beschreibung dieser Anstalt hat mir die Medicinal-Abtheilung des Königlichen preussischen Kriegsministeriums gütigst zur Verfügung gestellt, wofür ich dieser hohen Behörde meinen gehorsamsten Dank ausspreche.

Die Garnison-Desinfectionsanstalt zu Thorn besteht aus 2 Abtheilungen, von denen die eine die Räume für die Desinfection von Bekleidungs- und Wäsche- etc. Stücken, die andere die Räumlichkeiten für die Desinfection der Mannschaften selbst enthält. In beiden Abtheilungen ist die Trennung der unreinen Hälften von den reinen strenge durchgeführt. Der beigefügte Grundriss giebt eine gute Uebersicht über die Anordnung der Räumlichkeiten. Das Gebäude.

1. Abtheilung.

a) Reine Hälfte.

Die 1. Abtheilung enthält zunächst den Kesselraum mit dem Aufbewahrungsort der Kohlen, sowie eine Werkstatt und ein Zimmer für eine aufsichtführende Person.

Mit dem Kesselraum ist der Raum für die Ausladung desinficierter Sachen, mit diesem wiederum der Aufbewahrungsraum durch eine Doppelthür verbunden.

An letzteren stösst der mit einer Thür verschliessbare Trockenraum und ausserdem eine kleine Kammer zur Aufbewahrung von Reinigungsmaterialien.

Aus dem Aufbewahrungsraum desinficierter Sachen können durch nach oben verschiebbare, mit einem tischartigen Brett versehene Fenster die desinficierten Kleidungs- etc. Stücke nach dem betreffenden Empfangsraum gereicht werden, für den Fall, dass Mannschaften zugleich mit ihrer Dienstbekleidung in der Anstalt desinficiert worden sind.

*) Eine provisorische Anstalt dieser Art hatte schon Oberstabsarzt Petruschky 1870/71 zur Bekämpfung der Pockenepidemie unter den Kriegsgefangenen in Stettin eingerichtet.

**) In dem städtischen Asyl für Obdachlose zu Berlin besteht die Anstalt für die Desinfection der Kleider und Decken für sich. Die Badeanstalt für die Desinfection der Personen ist davon getrennt und befindet sich neben den Schlafsälen.

b) Unreine Hälfte.

An der entgegengesetzten Seite der Anstalt liegt der Aufbewahrungsraum für inficierte Kleidungsstücke etc. Diese werden durch Fenster derselben Construction, wie sie oben beschrieben sind, vom Auskleideraum hereingereicht.

Unmittelbar neben diesem Aufbewahrungsraum befindet sich der Desinfectionsraum, wo die inficierten Sachen in die Apparate geladen werden.

Sowohl letzterer Raum, als auch der Ausladeraum haben an der Aussenwand je eine Schiebethür mit davor befindlicher Ladebühne.

2. Abtheilung.

a) Unreine Hälfte.

Die 2. Abtheilung hat einen Eingangsflur, an dessen einer Seite sich eine Abortanlage, sowie eine Kammer zur Aufbewahrung von Chemikalien etc. befindet, und an dessen anderer Seite ein ärztliches Untersuchungszimmer liegt.

Sowohl aus letzterem als auch aus dem Eingangsflur führt je eine Thür in den Auskleideraum für Mannschaften, welche durch Bäder desinficiert werden sollen, aus diesem wiederum eine Thür nach einem Gang, der den Zugang zu den Baderäumen bildet.

Am Ende desselben befinden sich vier Badezellen mit zusammen sechs Badewannen, ausserdem führen von dem genannten Gang zwei Thüren zu zwei getrennten Dampfbädern, zwischen denen, durch Thüren mit ihnen verbunden, ein Douchenraum sich befindet.

Von den Wannen-Badezellen her können die Mannschaften durch einen besonderen Gang in den Doucheraum gelangen.

b) Reine Hälfte.

Vom Douchenraum führt eine Thür nach dem Empfangsraum der desinficierten Kleidungs- etc. Stücke, neben dem einerseits wiederum eine Abortanlage sich befindet, andererseits ein Abkühlungs- und Ankleideraum liegt, aus welch' letzterem eine Thür nach dem Ausgangsflur führt.

Wasserversorgung. Die Wasserentnahme für die ganze Desinfectionsanstalt findet aus einem ausserhalb derselben neben dem Kesselraum befindlichen Brunnen statt. Dampfkessel. Im Kesselraum befinden sich zwei Dampfkessel, von welchen aus sowohl die Versorgung der Bade- und Doucheräume mit dem erforderlichen kalten und warmen Wasser erfolgt, als auch die Versorgung der drei im Desinfectionsraum befindlichen Desinfectionsapparate mit Wasserdampf.

Letztere sind Apparate nach dem System von Rietschel und

Desinfectionsapparate.

Henneberg, und kann jeder derselben gleichzeitig die Bekleidungs-, Wäsche- und Ausrüstungsstücke von 50 Mann aufnehmen.

Der dem Kesselraum zunächst gelegene Apparat ist mit eigener Feuerungsanlage versehen und kann auch ohne Inanspruchnahme der allgemeinen Kesselanlage in Betrieb gesetzt werden.

Desinfection der Mannschaften.

Bei der Desinfection von Mannschaften begeben sich dieselben von der einen Strasse her durch ein besonderes Eingangsthor nach der in sich abgeschlossenen „Abtheilung für Inficierte“ und gelangen durch den Eingangsflur und das Untersuchungszimmer nach dem Auskleideraum. Hier geben sie durch ein Schiebefenster ihre Kleidungsstücke etc. nach dem Aufbewahrungsraum für inficierte Kleidungsstücke etc. ab, begeben sich zu den Wannenbadezellen bezw. den Dampfbädern, sodann in den Doucheraum und von dort nach dem Empfangsraum desinficierter Kleidungsstücke etc., welche sie aus dem Aufbewahrungsraum durch ein Schiebefenster zugereicht erhalten. Von hier begeben sie sich in den Abkühlungs- und Ankleideraum, verlassen durch den Ausgangsflur das Desinfectionsgebäude und gelangen über den Hof der wiederum in sich abgeschlossenen „Abtheilung für Desinficierte“ durch ein Ausgangsthor des Grundstücks nach einer anderen Strasse hin.

Desinfection der Kleider.

Die im Auskleideraum abgegebenen, zu desinficierenden Sachen gelangen aus dem betreffenden Aufbewahrungsraum nach dem Desinfectionsraum und durch einen der Desinfectionsapparate nach der reinen Seite, sodann durch den Aufbewahrungsraum dieser Seite nach dem Trockenraum von wo aus sie wieder nach dem Aufbewahrungsraum zurückgelangen und durch ein Schiebefenster den inzwischen desinficierten Mannschaften nach dem Empfangsraum desinficierter Kleidungsstücke etc. zugereicht werden.

Ausser den Mannschaften werden auch alle der Desinfection bedürftigen Gegenstände des Garnison-Lazareths und der Kasernen in die Anstalt übergeführt.

B. Die Dampfdesinfectionsapparate.

I. Die stabilen Apparate.

Aufzählung der verbreitetsten Apparate.

Ausser den bei den Musteranstalten beschriebenen Apparaten von Rietschel und Henneberg-Berlin und von Oscar Schimmel & Co. in Chemnitz ist noch eine Reihe von anderen Apparaten im Gebrauch, namentlich die Apparate von Budenberg in Dortmund, von Gebrüder Schmidt in Weimar und von Geneste, Herscher & Co. in Paris. Die letzteren sind in Deutschland wenig bekannt, haben jedoch in Frankreich und anderen Ländern eine weite Verbreitung gefunden.

Zu erwähnen sind dann noch die Apparate, die nach dem von

Director Merke in der Berliner Klinischen Wochenschrift 1892, No. 37 mitgetheilten Princip gebaut sind und von verschiedenen Fabriken, z. B. Rietschel und Henneberg-Berlin, Schimmel & Co.-Chemnitz und J. Fehrmann-Berlin geliefert werden.

Ausser diesen sind noch eine grosse Menge anderer Apparate auf den Markt gebracht worden, die jedoch nicht so weit verbreitet sind, wie die genannten. Bei der Fülle des Angebotenen ist die Wahl schwer. Einen Apparat, der für alle Verhältnisse passt, giebt es nicht. Bei der Auswahl eines Apparats müssen desshalb die in Betracht kommenden Verhältnisse in Rechnung gezogen werden. Vor allem muss jedoch darauf geachtet werden, ob der Apparat allen Anforderungen gerecht wird, die wir auf Grund von wissenschaftlichen Untersuchungen und praktischen Erfahrungen heutzutage an einen Dampfdesinfectionsapparat stellen müssen. Da meines Wissens eine vollständige Zusammenstellung dieser Anforderungen noch nicht existiert, so halte ich es für zweckmässig, wenn ich auf Grund der Untersuchungen von Koch, Wolffhügel, Löffler, Gaffky, Merke, E. v. Esmarch, Frosch und Clarenbach, Budde und gestützt auf eigene Beobachtungen und Erfahrungen es versuche, im Folgenden diese Forderungen zu formulieren und dabei anzugeben, wie sich die bekannteren Apparate zu den einzelnen Anforderungen verhalten.

Auswahl.

Die an die Apparate zu stellenden Anforderungen.

1. Der Dampf muss in solcher Menge und so rasch entwickelt werden können, dass die Desinfectionsprocedur in 2 Stunden beendigt wird. Die Zeit, in der der Dampfkessel angeheizt wird, soll dabei nicht in Anrechnung kommen. Steht der Dampf einer grösseren Kesselanlage zur Verfügung, so kann man mit Leichtigkeit in der verlangten Zeit fertig werden. Dies ist z. B. in der öffentlichen Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin der Fall, wo für 4 Desinfectionskammern mit je 4,8 cbm Inhalt der Dampf von 2 Dampfkesseln mit ca. 50 qm Heizfläche geliefert wird.

Leistung des Dampfentwicklers.

Ist eine grössere Dampfkesselanlage nicht vorhanden und die Beschaffung eines besonderen Dampferzeugers nothwendig, so muss man gleich nach der Aufstellung des Apparates sich überzeugen, ob der gelieferte Dampfentwickler ausreicht oder nicht. Bei dem Apparat des Instituts für Infectionskrankheiten ist die Leistung des Dampferzeugers eben noch genügend. Dieser hat eine Heizfläche von 2,5 qm und wird mit Steinkohlen und Coaks zu gleichen Theilen geheizt. Das Anheizen dauert $^1/_2$ Stunde. Der Dampfentwickler ist dann im Stande, die nicht vorgewärmte Kammer, die einen benutzbaren Raum von 2,14 cbm fasst, von oben her in 40—45 Minuten so vollständig mit reinem Dampf zu füllen, dass das im Abzugrohr steckende Thermometer 100° zeigt.

Für Krankenhäuser.

Für die Desinfectionsapparate von Krankenhäusern ist dies nach meinen Erfahrungen ausreichend. Für die öffentlichen Desinfectionsanstalten grosser Städte oder für die Apparate von Asylen für Obdachlose, wo allabendlich die Kleider einer grossen Zahl von Leuten, in Berlin z. B. von 1500—2000, desinficiert werden müssen, ist die dreiviertelstündige Füllungsdauer noch zu lange. Hier muss sie auf 5—10 Minuten abgekürzt werden.

Für öffentliche Desinfectionsanstalten.

Unerlässlich ist dann noch die Forderung, dass der Dampf bis zur Beendigung der Desinfection vorhält. Mir ist es bei der Prüfung einer Schaeffer & Walcker'schen Durchdämpfungskammer begegnet, dass die Desinfectionsprocedur beendigt werden musste, bevor die eingelegten Milzbrandsporen sämmtlich abgetödtet waren. Bei dem betreffenden Apparat war der Wasserkessel, der die Desinfectionskammer von unten her mantelförmig umgab, zu klein gewesen und nicht mit einer genügenden Vorrichtung zum Nachfüllen von Wasser versehen. (Deutsche Militairärztliche Zeitschrift 1889, S. 365—374.)

Ungenügende Dampfentwickelung.

Ferner konnte ich bei der Untersuchung des transportablen Apparates von Rothe & Grünewald feststellen, dass die Dampfentwickelung früher aufhörte, als die Desinfection beendigt war, da die 3 glühenden Bolzen, die aus dem darüber fliessenden Wasser den Dampf bildeten, zu früh abgekühlt waren.

2. Der Dampf soll von oben in die Kammer eingeleitet werden. Die Luft- und Dampf-Abzugsöffnung muss sich an der tiefsten Stelle der Kammer befinden. Der Dampf ist specifisch leichter als die Luft, selbst wenn die Luft eine ebenso hohe Temperatur hat, wie der Dampf. Von dieser Differenz hängt die Eindringung des Dampfes in die Objecte ab. Wird der Dampf von oben in die Kammer geleitet, so dringt er erwiesenermaassen rascher in die Objecte ein, als bei der Zuleitung von unten. Der von oben eingelassene Dampf sammelt sich zunächst unter der Decke an, und zwar in der ganzen Ausdehnung derselben, während die schwerere Luft nach unten ausweicht.

Zuleitung des Dampfes von oben.

Wenn die Wände und die Thüren der Kammer nicht mit einer gegen Wärmeverlust schützenden Hülle versehen sind, kann man durch Abtasten mit den Fingern feststellen, dass die Grenze zwischen dem Dampf und der darunter befindlichen kälteren Luft eine horizontale Ebene ist, die entsprechend dem weiteren Zuströmen des Dampfes immer mehr nach unten rückt und schliesslich bis zum Boden der Kammer sinkt. Dann ist die Luft aus der Kammer entwichen und diese mit Dampf angefüllt. Man erkennt dies daran, dass das im Abzugsrohr steckende Thermometer rasch auf 100° steigt. Es wird also bei

der Dampfzuleitung von oben die Vermischung des Dampfes mit der aus der Kammer auszutreibenden Luft fast gänzlich vermieden.

Zuleitung des Dampfes von unten.

Wird dagegen der Dampf von unten her eingeleitet und die Luft, sowie der Dampf durch eine Oeffnung an der Decke des Apparats abgeführt, so vermischt sich der einströmende Dampf mit der in der Kammer vorhandenen Luft, da diese wegen ihrer grösseren Schwere nicht vor dem Dampf durch die obere Oeffnung entweicht. Ist die Abzugsöffnung so gross, dass kein Ueberdruck entsteht, so strömt der Dampf geradenwegs dahin, ohne die Luft aus den Ecken des Apparats auszuspülen. Dies letztere geschieht nur dann mit Sicherheit, wenn die Abzugsöffnung so weit verkleinert wird, dass ein geringer Ueberdruck in der Kammer entsteht. Dann wird der Dampf gezwungen, auch in die Ecken des Apparats zu gehen.

Nur so vermag der Dampf die Luft vollständig aus der Kammer auszuspülen. Dabei gehen grosse Mengen Dampf zugleich mit der Luft ab. Auch wird der Zeitpunkt, wo die Kammer endlich mit reinem Dampf gefüllt ist, weiter hinausgeschoben.

Es sind dies Verluste an Dampf und an Zeit, die bei der Dampfzuleitung von oben nicht vorkommen.

Die neueren Apparate, mit Ausnahme der Schimmel'schen, leiten jetzt den Dampf von oben in die Kammer ein. Schimmel ist jedoch kein principieller Gegner der Dampfzuleitung von oben, da er sie auf Wunsch auch bei seinen Apparaten zur Ausführung bringt.

Zuleitung von oben bei den Heissluftapparaten.

Von Interesse ist, dass Herscher in Paris schon zu der Zeit, wo man noch mit heisser Luft desinficierte, einen Apparat construiert hat, bei dem die über Gas erhitzte Luft von oben her in die Kammer eindrang, und die Abzugsöffnung nahe am Boden angelegt war. Diese Construction ist anscheinend unter den Technikern wenig bekannt geworden, da man sonst bei den Dampfdesinfectionsapparaten die Zuleitung des Dampfes von oben, die erst gegen Ende der achtziger Jahre allgemeiner wurde, früher eingeführt hätte.

Unwirksamkeit eines Gemisches von Dampf und Luft.

3. Der Dampf darf während der eigentlichen Desinfectionsperiode nicht mit Luft gemischt sein. Ein mit kälterer Luft gemischter Dampf erreicht nicht 100° und übt keine sichere desinficierende Wirkung aus. Selbst ein Gemisch von Dampf und heisser Luft, wie es früher beim alten Thursfield'schen Apparat benutzt wurde, ist nach den Untersuchungen von Gruber nicht sicher desinficierend. Es ist übrigens nicht schwierig zu erkennen, ob der Apparat mit einem Gemisch von Dampf und Luft arbeitet. Man braucht nur das im Dampfabzugsrohr steckende Thermometer zu beobachten. Bleibt dieses unter 100°, so ist der abziehende Dampf mit Luft gemischt.

Arbeitet der Apparat mit gespanntem Dampf, so muss man gleichzeitig auch den Stand des Manometers ablesen und diesen, sowie den Stand des Thermometers mit den Werthen vergleichen, die von den Physikern, wie von Regnault und von Zeuner für den gespannten gesättigten Dampf festgestellt sind. Ist der Stand des Thermometers hinter dem des Manometers zurückgeblieben, beträgt er z. B. bei einem Druck von 0,2 Atmosphären nur 101° anstatt 105,2°, so ist der Dampf mit Luft gemischt. Man sollte vom Fabrikanten stets verlangen, dass ein Desinfectionsapparat, der mit gespanntem Dampf arbeitet, mit einem Thermometer an der Abzugsöffnung und mit einem Manometer versehen sei. Bei der Prüfung, ob der Stand des Thermometers dem des Manometers entspricht, muss man übrigens bei Apparaten, die für Vorwärmung eingerichtet sind, diese ausschalten, sonst erhält man eine zu hohe Temperatur. Vergleichung des Thermometer- und Manometerstandes.

Besondere Manipulationen, um die Luft aus den Objecten herauszuschaffen, nehmen Rohrbeck und Geneste & Herscher vor. Rohrbeck unterbricht die Dampfzufuhr, condensiert den Dampf in der Kammer und erzeugt so einen Unterdruck, durch den die Luft aus den Objecten herausgerissen werden soll. Nach den Untersuchungen von Krell, sowie von Sander und Clarenbach veranlasst dieses Verfahren aber einen unnöthigen Zeitverlust. Besondere Einrichtungen zur Entfernung der Luft.

Geneste & Herscher, die mit höher gespanntem, fast stehendem Dampf arbeiten, lassen den Dampf 2 Mal mit grosser Intensität ausblasen, um so die in den Objecten enthaltene Luft mitzureissen. Ich werde auf diese Apparate später noch zurückkommen.

4. Der Dampf muss gesättigt sein. Es scheint, als ob die Feuchtigkeit des Dampfes nöthig ist, um die festen Hüllen der Bacteriensporen, sowie die Schmutzbröckchen, in denen sie manchmal stecken, aufzuweichen. Gesättigter Dampf.

Will man sich davon überzeugen, ob der Dampf in der Kammer gesättigt ist oder nicht, so braucht man wiederum nur den Stand des Thermometers und des Manometers mit der Regnault'schen oder Zeuner'schen Tabelle zu vergleichen. Zeigt das Thermometer z. B. 102,7° C. und das Manometer 0,1 Atmosphäre Ueberdruck, so ist der Dampf gesättigt. Steigt die Temperatur auf 105,2°, so muss bei gesättigtem Dampf auch der Ueberdruck entsprechend zunehmen und 0,2 Atmosphären erreichen. Bleibt dagegen der Druck hinter der Temperatur zurück, so hat man nicht mehr gesättigten, sondern überhitzten Dampf vor sich. Vergleichung des Thermometer- und Manometerstandes.

Dass der überhitzte, sogenannte trockene Dampf viel weniger wirksam ist, hat E. v. Esmarch gezeigt. Während in einem seiner Ueberhitzter Dampf.

Versuche Milzbrandsporen durch strömenden gesättigten Dampf von 100° in 5 Min. abgetödtet wurden, zeigten sie sich nach 20 Min. langer Einwirkung eines überhitzten Dampfes von 110° und 120° noch entwickelungsfähig. Dies geschah, während der überhitzte Dampf die Milzbrandsporen direkt traf. Als E. v. Esmarch jedoch die Milzbrandsporen theils in ein Bündel wollener Decken packte, theils frei auf die Decken legte, da zeigte es sich, dass nur die oben aufliegenden Milzbrandsporen, welche dem überhitzten Dampf direkt ausgesetzt waren, die Entwickelungsfähigkeit behielten, dagegen die im Innern der Decken verpackten abgetödtet wurden. Die miteingepackten Maximalthermometer hatten 100° gezeigt, die aussen aufgelegten 105 bis 141°. Man kann sich die Sache nur so erklären, dass der überhitzte Dampf beim Eintritt in das Deckenbündel seine überschüssige Wärme abgegeben und auf die innen untergebrachten Sporen als gesättigter Dampf eingewirkt hat.

Apparate mit überhitztem Dampf.

Bei den Schimmel'schen Apparaten der Berliner Desinfectionsanstalt, die mit überhitztem Dampf von 105—120° bei einem Ueberdrucke von nur $^1/_{20}$—$^1/_{10}$ Atmosphäre arbeiten, wird in den Objecten nach 35 Min. langer Dampfeinwirkung gewöhnlich nur eine Temperatur von 100—103° gefunden. Auch hier kommt also in den Objecten ein gesättigter oder nahezu gesättigter Dampf zur Anwendung, obgleich die Temperatur in den freien Theilen der Kammer viel höher ist. Dem entsprechen auch die Resultate, die F. Guttmann im Jahre 1886 bei der Prüfung mit Bacteriensporen erhalten hat. Es waren dabei sämmtliche Bacteriensporen abgetödtet worden, doch hatte F. Guttmann die Sporen nicht direkt der Einwirkung des überhitzten Dampfes ausgesetzt, sondern sie mit den verschiedensten, sehr schlechten Wärmeleitern so umhüllt, dass die hohe Wärme des Desinfectionsraums niemals an den Orten, wo die Sporen lagen, erreicht wurde. Ferner sind wiederholt ohne Wissen der Anstalt Objecte, in denen Milzbrandsporen verpackt waren, zur Desinfection eingeschickt worden. Stets hatten sich nachher die Sporen nicht mehr entwickelungsfähig gezeigt. Auf Grund dieser Beobachtungen hat man den Betrieb mit überhitztem Dampf in der Berliner Anstalt beibehalten, zumal er mit anderen, weiter unten zu besprechenden Vortheilen verbunden ist, die für eine öffentliche Desinfectionsanstalt von grossem Werth sind.

Da die Schimmel'schen Apparate schon seit Jahren nicht mehr geprüft waren, nahm ich vor kurzem selbst Gelegenheit, Milzbrandsporen, Gartenerde und Maximalthermometer einzulegen. Der betreffende Apparat war mit Betten gefüllt. Nach Beendigung der Desinfection zeigte ein freiliegendes Maximalthermometer 105°, also eine

nur mässige Ueberhitzung des Dampfes an. Ein zwischen 2 Bettstücken befindliches Maximalthermometer zeigte dagegen nur 103°, kam also der Temperatur des gesättigten Dampfes, die bei $^1/_{10}$ Atmosphäre Ueberdruck 102,7° beträgt, sehr nahe. Die Milzbrandsporen waren sämmtlich abgetödtet, sowohl die zwischen die Betten gelegten, als auch die frei liegenden. Die Gartenerde dagegen, die frei gelegen hatte und dann von mir auf Nähragar gebracht worden war, zeigte am nächsten Tage zahlreiche Bacterienkolonien, die zwischen den Betten gewesene Erde aber keine Spur von Bacterienentwickelung. Der überhitzte Dampf im freien Raum der Kammer hatte sich also weniger wirksam gezeigt, als der mehr gesättigte Dampf in den Betten. Nach 2 Tagen jedoch begann die Erde, die zwischen den Betten gelegen hatte, auch auszukeimen. Die Sporen der Gartenerde waren also im Schimmel'schen Apparat nicht abgetödtet. Zum Vergleich brachte ich dann von derselben Gartenerde Proben in den Henneberg'schen Apparat des Instituts für Infectionskrankheiten und liess den gesättigten und gespannten Dampf desselben ebenso lange darauf einwirken, wie den überhitzten und schwächer gespannten Dampf des Schimmel'schen Apparats. Bei diesem Versuch wurden sämmtliche Sporen der Gartenerde abgetödtet. Dieser Versuch bestätigte also wieder die bekannte Beobachtung, dass der gesättigte Dampf wirksamer ist als der überhitzte.

Wenn sich ein Krankenhaus oder eine Gemeinde trotzdem entschliesst, Apparate anzuschaffen, die mit überhitztem Dampf arbeiten, so sollte der Apparat nicht früher in Benutzung genommen werden, als bis durch wiederholte Prüfungen mit Milzbrandsporen, die sowohl im Innern der Objecte, als auch auf der Oberfläche derselben, sowie in dem freien Raum der Kammer untergebracht werden, dargethan ist, dass sämmtliche Milzbrandsporen abgetödtet werden. Denn das Mindeste, was man von einem Apparat verlangen muss, ist, dass er Milzbrandsporen sicher abtödtet.

Im Institut für Infectionskrankheiten haben wir übrigens thatsächlich einmal Wäsche und Bettzeug desinficieren müssen, die mit den Abgängen eines an Darmmilzbrand erkrankten Mannes beschmutzt waren und sicher Milzbrandsporen enthielten.

Von den bekannteren grösseren Apparaten arbeiten nur noch die Schimmel'schen mit ziemlich stark überhitztem Dampf, während die Apparate von Henneberg, Budenberg und Gebr. Schmidt mit gesättigtem Dampf betrieben werden. Der Apparat von Geneste & Herscher arbeitet mit nicht oder jedenfalls nur unwesentlich überhitztem Dampf. Von kleineren Apparaten benutzt nur der transportable Apparat von Rothe & Grünewald ziemlich stark überhitzten Dampf. Bei den Prüfungen

anderer Forscher soll sich der letztere Apparat bewährt haben, bei den von mir wiederholt vorgenommenen Untersuchungen dagegen war dies nicht der Fall.

Gespannter Dampf.

5. Der Dampf muss gespannt sein. Dass bei Zuleitung des Dampfes von unten die Luft nur dann vollständig aus der Kammer ausgespült werden kann, wenn ein geringer Ueberdruck vorhanden ist, habe ich bereits unter 2 auseinandergesetzt. Der von oben zugeleitete Dampf thut dies freilich auch ohne Ueberdruck. Doch ist es sicherer, nachdem die Kammer mit Dampf gefüllt ist, mit Ueberdruck weiter zu arbeiten; denn jede Störung des Kesselbetriebes und der Zuleitung des Dampfes, die eine Herabsetzung der Temperatur in der Kammer unter 100° zur Folge hat, verzögert auch die Desinfection. Befindet sich dagegen ein gespannter Dampf, z. B. von 105° in der Kammer, so kann durch eine Störung des Kesselbetriebes die Dampftemperatur ohne Schaden etwas sinken, wenn sie nur auf 100° und darüber bleibt. Ferner ist von Budde, Frosch und Clarenbach, sowie von mir festgestellt, dass vermittelst gespannten Dampfes die Desinfectionstemperatur von 100° früher erreicht wird, als mit Dampf ohne Ueberdruck. Es genügt dazu übrigens schon eine geringe Spannung. Man baut desshalb in neuerer Zeit die Apparate mit einem Ueberdruck von $^1/_{20}$ bis $^1/_5$ Atmosphäre.

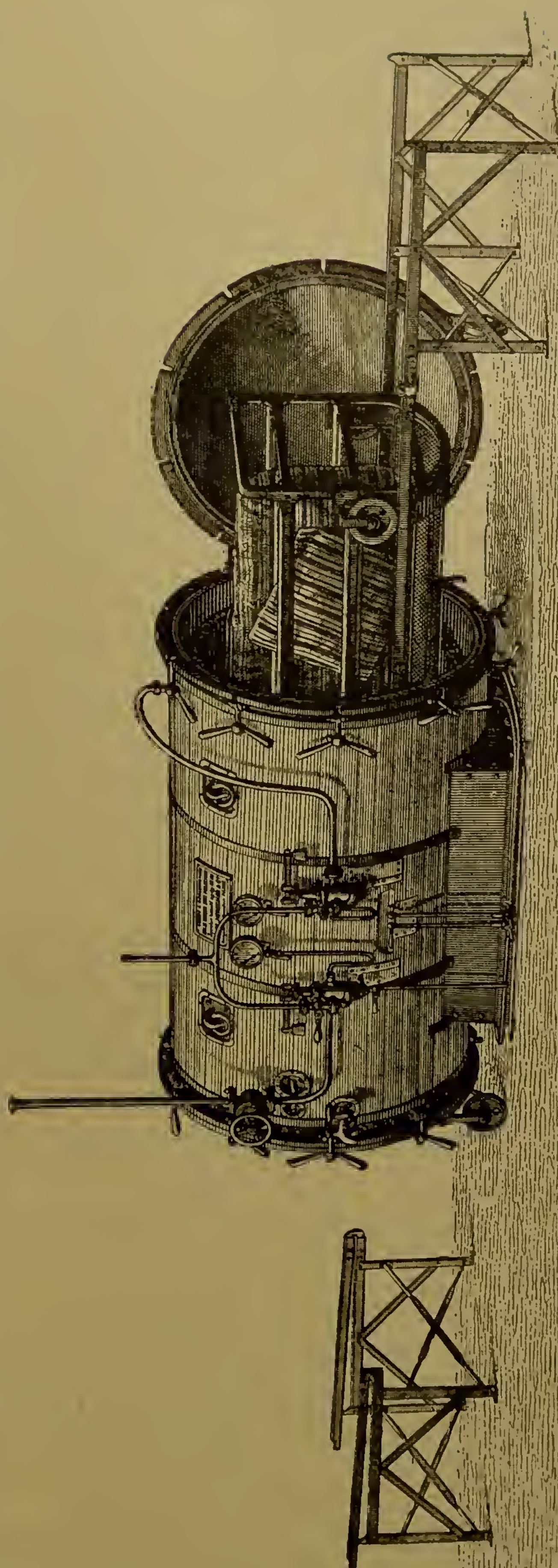
Sicherere u. schnellere Wirkung.

Es ist kein Zweifel, dass Apparate mit noch stärker gespanntem Dampf, wie die von Geneste & Herscher, noch schneller und sicherer arbeiten, doch haben sie sich nicht überall eingeführt, weil sie zu kostspielig sind. Auch bedarf ein Dampfentwickler, der mit mehr als $^1/_2$ Atmosphärendruck arbeitet, der polizeilichen Concession und besonderer Vorsichtsmassregeln bei der Aufstellung. Da der Apparat von Geneste & Herscher bei uns sehr wenig bekannt ist, so halte ich es für angezeigt, ihn hier kurz zu beschreiben. Das vom Dampfkessel abgehende Dampfleitungsrohr theilt sich ausserhalb der cylinderförmigen Kammer in zwei engere Rohre, die beide mit Dampfhahn, Manometer und Sicherheitsventil versehen sind. Das eine dieser Rohre lässt den Dampf in das Innere der Kammer einströmen, das andere in zwei Heizrohrsysteme, die unter der Decke bezw. am Boden des liegenden Cylinders angebracht sind. Zur Abführung des Dampfes aus dem Cylinder dient ein besonderes, aufwärts gebogenes Rohr, zur Entleerung der Luft ein an einer tieferen Stelle abgehendes Rohr. Zwei tief angebrachte Rohre endlich sind für die Ableitung des Condensationswassers aus dem Inneren der Kammer bezw. aus den Heizsystemen bestimmt. Die sämmtlichen Ableitungsrohre sind ebenso wie die Zuleitungsrohre mit Dampfhähnen versehen. Das ins Innere des

Apparats führende Zuleitungsrohr trägt ein Manometer, das 0,7 kgr als den höchsten zulässigen Druck angiebt.

Das mit den Heizsystemen communicierende Manometer zeigt als Maximaldruck 3,5 kgr an. Der Betrieb geschieht jetzt vorschriftsmässig in folgender Weise. 1. Beim Beginn ist der Hahn des Luftableitungsrohres offen zu halten, während der Dampf in die Kammer strömt; er wird geschlossen, sobald er heissen Dampf ausströmen lässt. 2. Nachdem 5 Min. lang der Dampf unter Druck gestanden hat, lässt man durch Schliessen des Zuleitungs- und Oeffnen des Ableitungsrohrs den Dampf rasch ablasen und so den Druck bis auf 0 fallen. Darauf wird der Druck wiederhergestellt. Dies alles beansprucht nur eine Minute. Nach 5 weiteren Minuten wieder eine Ausblasung des Dampfs und Herabsetzung des Drucks. Nachdem dieser wiederhergestellt, wird er noch 5 Min. lang bis zum Ende der Operation aufrecht erhalten.

Fig. 7.



Preis der Kammer bei 1,30 m Durchmesser und 2,25 m Länge 4600 fr. Der dazu gehörige Dampfentwickler kostet 1810 fr.

Dies geschieht in der Weise, dass man stets so viel Dampf zuströmen lässt, als sich in der Kammer condensiert; denn nur so ist es möglich, in der Kammer den Druck aufrecht zu erhalten. Es strömt also fortwährend Dampf in die Kammer hinein. Desshalb ist es auch unrichtig, zu sagen, dass der Apparat von Geneste & Herscher mit ruhendem Dampf arbeite. Budde in Kopenhagen stellte vor einigen Jahren Untersuchungen darüber an, ob der Apparat von Geneste & Herscher nicht eine intensivere Wirkung geben könne, wenn er ihn abweichend von dem Gebrauchsreglement mit stark gespanntem, rascher und continuierlich strömendem Dampf arbeiten liess. Er hielt dabei den Dampf im Kammerraume unter einem Ueberdruck von $^3/_4$ Atmosphären und liess ihn ununterbrochen durch das Ableitungsrohr für das Condensationswasser ausströmen, während das Dampfableitungsrohr gar nicht benutzt wurde. Budde fand nun, dass der rascher und continuierlich strömende, stark gespannte Dampf die Wärme schneller in die Tiefe der Objecte eindringen liess. Wenn er jedoch darauf den Schluss baut, dass „die Art, in welcher der Herscher'sche Apparat bisher benutzt worden ist, zu verwerfen ist"*), so geht er damit zu weit, da der Apparat sich bei wiederholten bacteriologischen Prüfungen gut bewährt**) hat. Nocard fand z. B., dass die Milzbrand- und Rauschbrandsporen, die er in eine Matratze gesteckt hatte, in 15 Min. bei einer Temperatur von 115° abgetödtet wurden.

Rietschel & Henneberg huldigen aus ökonomischen Rücksichten ebenfalls dem Grundsatz, die Strömungsgeschwindigkeit wesentlich einzuschränken „und zwar soweit, dass nur das durch Condensation im Apparat verbrauchte Dampfquantum stetig ersetzt wird". Doch lassen sie die Abströmung des Dampfes continuierlich, wenn auch in geringem Maasse erfolgen, damit die nach und nach aus dem Object herausgedrängte Luft einen stets offenen Ausweg findet, während Geneste & Herscher dafür die 2 kurzen, aber sehr heftigen Ausblasungen haben.

Verhütung des Nasswerdens der Desinfectionsobjecte.

6. Die Desinfectionsobjecte dürfen nicht nass werden. Dies ist eine sehr wichtige Forderung, auf welche die Fabrikanten, die billige Apparate anpreisen, viel zu wenig Rücksicht nehmen. Wir vermeiden ja absichtlich, wenn es irgend angängig ist, die Desinfection der Kleider durch Kochen oder durch Eintauchen in desinficierende

*) Die Bedeutung der Spannkraft, Temperatur und Bewegung des Dampfes bei Desinfection in Dampfapparaten. Archiv für Hygiene. IX. Band.

**) Strauss. De la stérilisation et de la désinfection par la chaleur. Arch. de méd. expérim. 1890. No. 2.

Flüssigkeiten, und zwar bloss desshalb, damit sie nicht nass werden. Nicht einmal im Asyl für Obdachlose würden es sich die Leute gefallen lassen, wenn ihnen die Kleider nach der Desinfection nass zurückgegeben würden. Beim grossen Publikum wird stets derjenige Apparat den meisten Beifall finden, aus dem die Kleider unversehrt und trocken herauskommen. So erklärt sich auch die Beliebtheit und die weite Verbreitung der Schimmel'schen Apparate, obgleich diese seit 13 Jahren keine Fortschritte in der Construction mehr zeigen. Doch haben sie den grossen Vortheil, dass die desinficierten Sachen trocken und in gutem Zustande zurückgeliefert werden können.

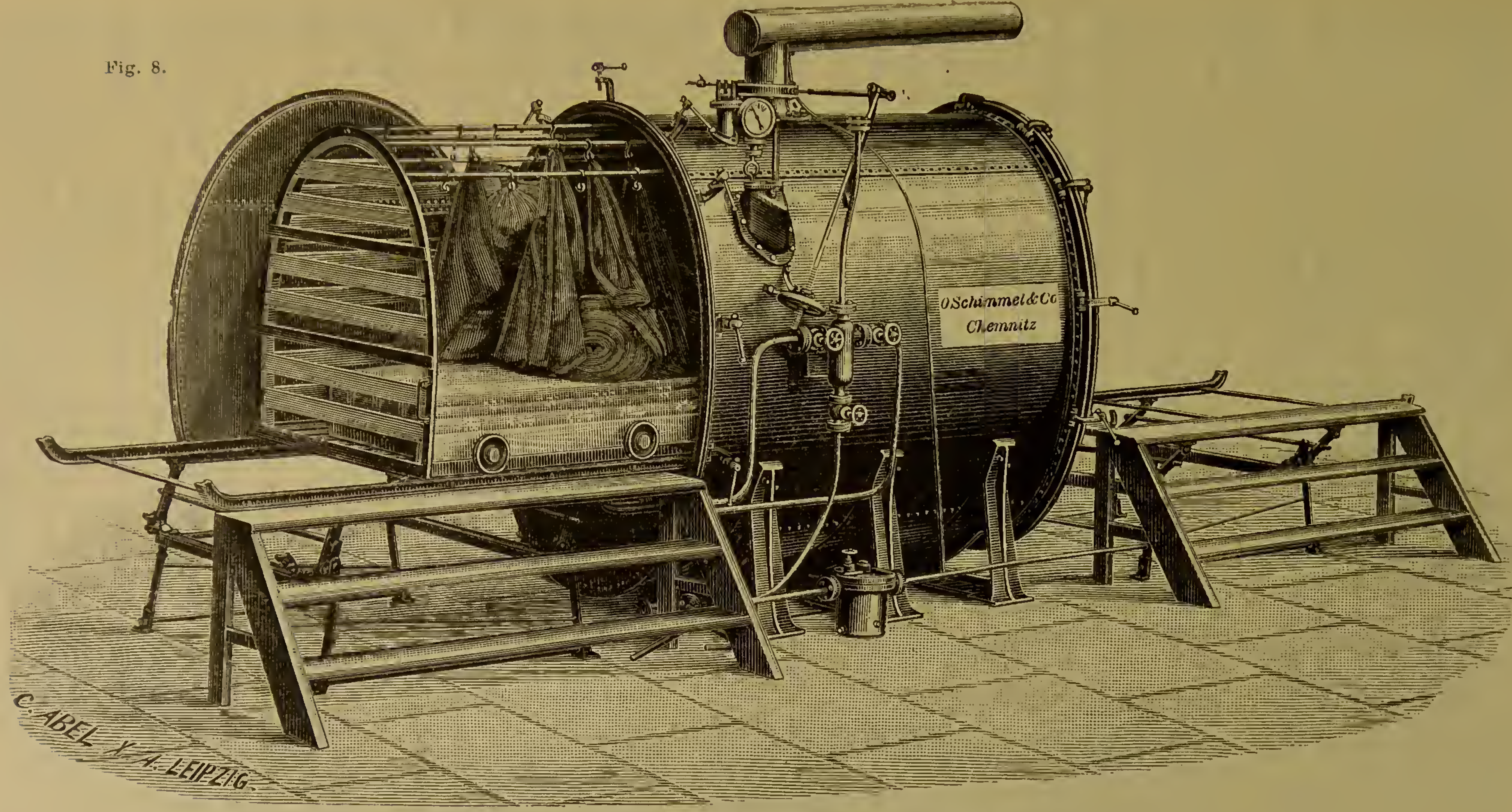
Vorrichtungen bei den verschiedenen Apparaten.

Wodurch werden denn die Objecte im Desinfectionsraum überhaupt nass? Dies geschieht dadurch, dass 1) der Dampf aus dem Kessel Wasser mitreisst und auf die Objecte niederschlägt, 2) dass das an der Decke oder den Wänden der Kammer gebildete Condensationswasser auf die Sachen gelangt, 3) der Dampf auf und in den Gegenständen selbst in stärkerem Maasse condensiert wird, 4) dass das Condensationswasser, welches sich unvermeidlich in den Sachen bildet, nicht durch geeignetes Nachtrocknen entfernt wird.

Man hat sich hier nun in verschiedener Weise zu helfen gesucht. Bei dem Schimmel'schen Apparat erfolgt die Dampfzuleitung durch einen Wasserabscheider, der verhüten soll, dass kein Wasser in den Apparat mitgeführt wird. Da der Dampf erst in das Innere der Kammer hineingelassen wird, wenn diese mit ihrem Inhalt durch die am Boden liegenden Rippenheizrohre stark vorgewärmt ist, so kommt es weder an den Innenwandungen, noch an den Objecten zu einer starken Condensation des Dampfes, obgleich dieser sehr rasch in die Kammer tritt und dieselbe schon in einigen Minuten ausfüllt. Die geringe Feuchtigkeit, die an den Objecten haftet, wird durch den Strom von heisser Luft, der nach Abstellung des Dampfes durch den Apparat getrieben wird, grösstentheils entfernt. Wenn nun nach Beendigung der Desinfection die Sachen rasch herausgenommen, ausgeschüttelt und ausgebreitet werden, bekommt man sie in kurzer Zeit tadellos trocken.

In den Henneberg'schen Desinfectionskammern werden die Sachen dadurch vor dem mitgerissenen Wasser geschützt, dass dieses auf das Dach des Wagengestells auftrifft und durch kupferne Dachrinnen gegen die Thüren geleitet wird. Bei dem Henneberg'schen Apparat im Institut für Infectionskrankheiten bestanden die Dachrinnen zuerst aus verzinktem Eisenblech. Diese rosteten jedoch bald durch, so dass das mit Rost verunreinigte Wasser auf die Sachen lief und hier Rost-

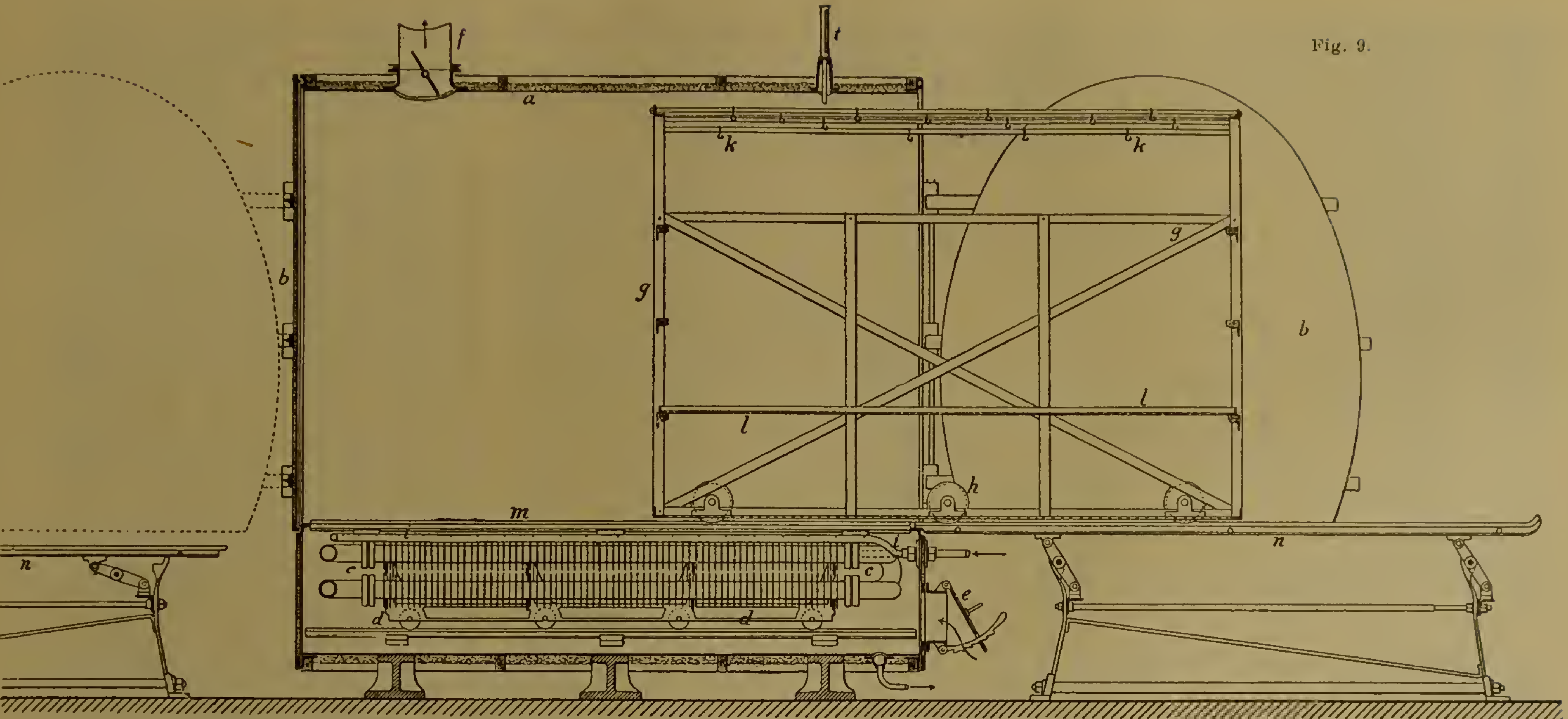
Fig. 8.



Desinfectionskammer in elliptischer Form.

Die Kammer allein kostet bei einem Inhalt von 3,5 cbm 2200 M., bei einem Inhalt von 5 cbm. 2700 M.

Fig. 9.



Desinfectionsapparat in elliptischer Form mit durchfahrbarem Wagen im Längsschnitt.

a Gehäuse mit Isolirschicht. *b* Ein- und Ausfahrtthüren. *c* Rippenrohrsystem zur Erzeugung trockener Hitze, auf dem Wagen *d* ruhend. *e* Lufteinlassöffnung. *f* Abzugsrohr mit Drosselklappe. *g* Wagen zur Aufnahme der zu desinficierenden Gegenstände, mittelst der Rollen *h* auf den Schienen *m* und *n* laufend. *i* mit Löchern versehenes Rohr für den Einlass des strömenden Wasserdampfes in das Innere des Apparates (feuchte Hitze). *k* Haken zum Anhängen von Desinfectionsgegenständen. *l* Siebrahmen zum Auflegen von Betten und Matratzen. *t* Thermometer zum Anzeigen der Innentemperatur.

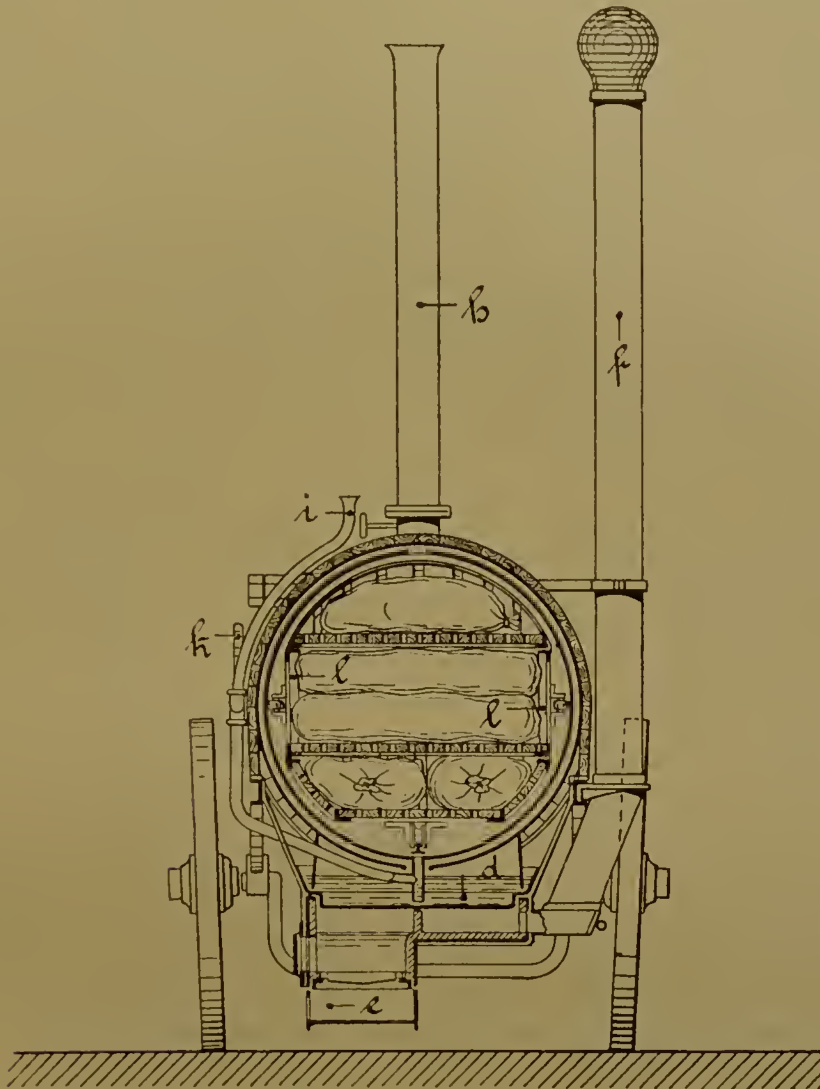
flecke verursachte. Seitdem die Dachrinnen aus Kupfer hergestellt sind, kommt dies nicht mehr vor.

Auch das an der Decke gebildete Condensationswasser kann in dem Henneberg'schen Apparat desshalb nicht auf die zu desinficierenden Gegenstände gelangen, weil es von der gewölbten Wagendecke aufgefangen und, wie beschrieben, abgeleitet wird. Das an den Wänden sich niederschlagende Condensationswasser fliesst, ohne die Sachen zu berühren, nach unten ab, da sich zwischen diesen und den Kammerwänden die Holzlattenwände des Wagengestells befinden. Eine stärkere Condensation auf und in den Objecten kommt desshalb nicht zu Stande, weil das Einlassen des Dampfes in die mit kalter Luft gefüllte Kammer so langsam erfolgt, dass der 2,14 cbm grosse Kammerraum erst in $^3/_4$ Stunden mit Dampf gefüllt wird. Würde der Dampf in grösserer Menge eintreten und die Kammer rascher füllen, so würden die Sachen stärker nass werden, wie ich es bei der Prüfung des Budenberg'schen Apparats beobachtet habe. Wo eine raschere Füllung der Kammer nothwendig ist, wie z. B. in öffentlichen Desinfectionsanstalten, werden auch von Henneberg Scheibenheizkörper angebracht, um die Kammer mit ihrem Inhalt vorzuwärmen. Das Condensationswasser auf und in den Gegenständen endlich, das nicht vermieden werden konnte, wird zunächst dadurch oberflächlieh entfernt, dass ein Strom von vorgewärmter Luft 10 Min. lang durch die Kammer zieht. Wenn dann die Gegenstände noch heiss aus der Kammer herausgenommen und tüchtig ausgeschüttelt werden, so fühlen sie sich kaum klamm an, zeigen nirgends nasse Stellen und trocknen in kurzer Zeit vollständig. Im Institut für Infectionskrankheiten werden die Kleider 1 Stunde nach Beendigung der Desinfection vollständig trocken auf die Kammer gebracht, wo sie bis zur Entlassung der Kranken aufbewahrt werden.

In den neuen, nach dem Princip von Merke gebauten kleineren Desinfectionsapparaten, wie sie von Fehrmann, Henneberg, Schimmel & Co. und in ähnlicher Weise auch von Budenberg geliefert werden, steigt der Dampf aus dem oben offenen flachen Wasserkessel zunächst in dem sog. Mantelraum auf, der zwischen den doppelten Wänden der Kammer liegt. Das hierbei gebildete Condensationswasser fliesst wieder in den Kessel zurück. Der im Mantelraum aufsteigende Dampf erwärmt nun die Innenwand der Kammer und damit auch die im Kammerraum befindliche Luft, sowie die eingeladenen Gegenstände. Es ist dies die einfachste Art der Vorwärmung, die sich sehr gut bewährt hat. Tritt endlich der Dampf von oben her in die vorgewärmte Kammer ein, so wird nur das

Nothwendigste davon condensiert. Bei einem von der Firma Rietschel & Henneberg modificierten Apparate, den ich in der letzten Zeit zu sehen Gelegenheit hatte, war noch eine Ventilationsvorrichtung angebracht, die am Schlusse der Desinfectionsprocedur geöffnet wurde und einen starken Luftzug im Apparat hervorbrachte. Die in der

Fig. 10.



Querschnitt des transportablen Dampfdesinfectionsapparats von Rietschel & Henneberg.

d Verdampfungspfanne zur Erzeugung des Desinfectionsdampfes. *e* Feuerung hierzu. *f* Schornstein für die Feuerung, zum Umlegen eingerichtet. *h* Umlegbares Rohr zur Abführung der Ventilationsluft aus der Desinfectionskammer. *i* Rohr für den Abzug der Dämpfe während der Desinfection. *k* Thermometer, die Temperatur des abziehenden Desinfectionsdampfes anzeigend. *l* Gestell, auf Rollen laufend, zum Ein- und Ausladen der Gegenstände bestimmt.

Kammer befindlichen leinenen Gegenstände, die ich beim Einladen absichtlich gegen die Kammerwände gepresst hatte, waren bei der Oeffnung des Apparats trocken. Ein Lattenrost verhinderte, dass die Gegenstände mit dem Condensationswasser in Berührung kamen, das in dem tiefsten Theil der Kammer sich sammelte und hier durch ein dünnes Rohr in den Kessel abfloss.

Der Apparat von Geneste, Herscher & Cie. enthält unter der Decke und auf dem Boden der Kammer Systeme von Heizröhren, die bis nahezu 140° erhitzt werden und eine starke Erwärmung der Kammer während der ganzen Dauer der Desinfection bedingen. Eine Nachtrocknung vermittelst einer besonderen Ventilationsvorrichtung findet nicht statt, sondern man lässt am Ende der Desinfection den Dampf ab und öffnet dann 15 bis 20 cm weit die Thür auf der reinen Seite, während man den Dampf in den Heizkörpern unter einem Druck von 3,5 kgr lässt. Wie Dr. Richard*) angiebt, kommen die Sachen feucht und dampfend, aber nicht nass heraus. Die Gewichtszunahme ist unbedeutend und beträgt für eine Matratze 500 gr. Am oberen Heizsystem befindet sich ein Schutzdach, das die Objecte vor dem herabtropfenden Condensationswasser schützt.

Der elliptische Apparat von Budenberg, den ich Ende 1889 prüfte, enthielt besondere Schutzvorrichtungen gegen das Herabtropfen des mit dem Dampf mitgerissenen Wassers und des Condensationswassers. Bei den grossen viereckigen Apparaten von Budenberg ist das Wagengestell zum Schutz gegen das an den Wandungen der Kammer gebildete Condensationswasser oben und seitlich verkleidet.

Weder die Budenberg'schen noch die Schmidt'schen Apparate besitzen Vorrichtungen zur Vorwärmung und Nachtrocknung. Man kann desshalb auch nicht erwarten, dass die Sachen daraus so trocken herauskommen, wie aus den Apparaten von Schimmel, von Henneberg und dem von Henneberg vervollkommneten Merke'schen Apparat. Während bei diesen drei letzteren Apparaten der Dampf zum Schluss der Desinfection durch die Ventilationseinrichtungen aus der Kammer in das Dampfabzugsrohr und so ins Freie geführt wird, tritt bei den Apparaten von Geneste & Herscher**), Budenberg und Gebr. Schmidt der Dampf beim Oeffnen der Thür in den Ausladeraum. Dadurch wird dieser Raum, der in vielen Desinfectionsanstalten zum Trocknen der herausgenommenen Gegenstände zu dienen hat, in lästiger Weise mit dicken Dampfwolken gefüllt. Da die grossen Apparate von Henneberg und von Schimmel bei richtiger Bedienung auch sonst keinen Dampf austreten lassen, so kann man sie geradezu als salonfähig bezeichnen.

Bei der Vorwärmung darf die Temperatur nicht über 120° gesteigert werden, da sonst manche Gewebe Schaden erleiden.

---

*) Dr. Richard: La pratique de la désinfection. Vortrag, gehalten auf dem VI. Internationalen Congress für Hygiene und Demographie zu Wien. 1887.

**) Auf besonderen Wunsch bringen Geneste & Herschel eine Vorrichtung an, die den Dampf aus der Kammer direct nach aussen führt.

7. Die Desinfectionsobjecte dürfen nicht Flecke bekommen oder sonstwie beschädigt werden.

Verhütung von Flecken oder sonstigen Beschädigungen.

Rostflecke verhütet man in der Weise, dass man den Beschickungswagen mit Holzleisten auskleidet. Dies ist haltbarer und zuverlässiger als das früher übliche Umwickeln der Eisentheile mit Flanell oder Drillich. Bei kleineren Apparaten, in denen man die Kleider nicht frei aufhängen, sondern nur hinlegen kann, sollte man die ganze untere Hälfte mit Holzleisten auskleiden, wie es z. B. Riemann in Breslau und andere thun, oder Körbe aus Rohr- oder Weidengeflecht zum Verpacken der Sachen zugleich mit dem Apparat mitliefern. Wenn die Innenwand der Kammer verbleit oder verzinkt und dann noch gestrichen ist, so darf man die Sachen nicht früher direct damit in Berührung bringen, als bis man sich überzeugt hat, dass die Wand nicht mehr abfärbt. Ich habe wiederholt gesehen, dass die Sachen in ganz neuen Apparaten an die Wand angeklebt waren und unvertilgbare Flecken davon trugen.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich dann noch die Eigenschaft des heissen Wasserdampfs, alte Flecke deutlicher hervortreten zu lassen. So erscheinen z. B. die durchgeschwitzten Stellen an den rothen Uniformkragen nach der Desinfection dunkler als vorher.

Einbrennen der Flecke.

Besonders unangenehm ist es, dass die Blut- und Eiterflecken in der Leib- und Bettwäsche nach der Desinfection sich nicht mehr sauber auswaschen lassen, weil die Eiweissstoffe in eine unlösliche Form übergeführt worden sind. Die Flecke brennen ein, wie man sagt.

Zu Anfang wurde im Institut für Infectionskrankheiten auch die Wäsche im Dampfdesinfectionsapparat desinficiert. Da sich aber danach die Sachen schlecht waschen liessen, namentlich die Blut- und Eiterflecken nicht mehr ausgingen, so wurde von der Desinfection der Wäsche mit heissem Dampf Abstand genommen. Statt dessen wird diese jetzt nach der Waschanstalt gebracht und in der Abtheilung für inficierte Wäsche mit Lauge gekocht. Beim Transport nach der Waschanstalt sind die Wäschestücke in leinene Tücher gehüllt, die mit 5%iger Carbolsäurelösung benetzt sind.

Würden wir nur Wäsche zu desinficieren haben, so brauchten wir überhaupt keine Dampfdesinfectionsapparate. Unumgänglich nothwendig sind diese nur für die Kleider, Matratzen, Federbetten u. s. w. So leicht es in einem Krankenhause ist, die Wäsche gesondert durch Kochen mit Lauge zu desinficieren, so schwierig ist dies in einer öffentlichen Desinfections-Anstalt. In der Berliner Anstalt z. B. wird zwar die beschmutzte Wäsche möglichst von der nicht beschmutzten

gesondert, doch wird die erstere ebenso ohne Weiteres im Dampf desinficiert, wie die letztere. Natürlich brennen dabei die Schmutzflecken ein. Geneste und Herscher schreiben vor, dass Wäschestücke mit Flecken von Blut, Eiter oder Fäcalien erst dann in ihrem Apparat desinficiert werden dürfen, nachdem die Flecke mit 1%iger Kupfersulfatlösung benetzt und dann kurz gewaschen sind. Die Kupferlösung hat augenscheinlich nur den Zweck, die Flecke vor dem Waschen zu desinficieren. Nach meinen Beobachtungen ist es am zweckmässigsten, die Flecke vorher mit einer 5%igen Carbolseifenlösung*) zu waschen, wenn die Wäschestücke durchaus den Dampfdesinfectionsapparat passieren sollen. Mit der Carbolseifenlösung werden die Flecke zugleich desinficiert und leicht ausgewaschen.

Veränderungen der Farbe. Schädliche Einwirkungen des Dampfes auf die Kleiderstoffe kommen in der Regel nicht vor. Nur ausnahmsweise und sehr selten habe ich gesehen, dass bei mehrfarbigen Kleiderstoffen die Farben zusammengelaufen waren oder dass die Farben sich sonst verändert hatten. Vor einigen Jahren hatte ich Gelegenheit, Proben sämmtlicher Uniformtuche der deutschen Armee strömendem Dampf von 100° in einem Henneberg'schen Desinfectionsapparat auszusetzen. Die Proben waren von neuem, ungebrauchtem Tuche entnommen. Nach der Desinfection liess sich eine Veränderung gegen die Tuchstückchen, die zur Controle aufbewahrt waren, nicht erkennen. Nur schien es, als ob ein hellgelbes Tuch eine etwas dunklere Nüance angenommen hätte. Bei der vergleichenden Untersuchung von 61 neuen Stoffen, die Director Merke im Schimmel'schen Apparat anstellte, zeigte es sich, dass die ächt gefärbten Stoffe nicht gelitten hatten, während von den unächt gefärbten einzelne schwach in der Farbe verändert waren; so hatte z. B. der schwarze Sammet einen Schein ins Graue bekommen, während der penséefarbene unverändert geblieben war.

Nach Dr. Richard (l. c.) verändert sich in dem Apparat von Geneste & Herscher das Aussehen und die Farbe der Baumwolle, der Seide und der Leinewand nicht, nur die weisse Wolle wird ein wenig gelblich.

2 Thüren. 8. Jede Desinfectionskammer muss 2 Thüren besitzen.

Die eine dient nur zum Einladen der inficierten Gegenstände und öffnet sich nach dem Einladeraum, die andere, am entgegengesetzten Ende der Kammer angebrachte Thür öffnet sich nach dem Auslade-

---

*) Diese Lösung stellt man sich in der Weise her, dass man 5 Theile der sog. 100%igen Carbolsäure in 100 Theilen einer 3%igen Seifenlösung auflöst.

raum. Dieser muss von dem Einladeraum durch eine quer über den Apparat hinweggehende Wand getrennt sein, wie es in den oben beschriebenen Musteranstalten durchgeführt ist. Gewöhnlich pflegt man bei der Bestellung von kleineren Apparaten, z. B. solchen von nur 1 m Länge an eine zweite Thür nicht zu denken; und doch ist sie auch hier unerlässlich, wenn man vermeiden will, dass die eben desinficierten Gegenstände gleich wieder inficiert werden. Wie wichtig diese Trennung ist, hatte man schon erkannt, bevor noch die wichtigsten Infectionserreger gefunden waren. So bringt Vallin in seinem Traité des désinfectants et de la désinfection 1882 die Beschreibung und die Abbildung der öffentlichen städtischen Desinfectionsanstalt zu Nottingham, bei der die Theilung in eine reine und eine unreine Hälfte schon genau so strenge durchgeführt ist, wie in der Berliner Anstalt vom Jahre 1886. Auch besass die Desinfectionskammer, die noch mit erhitzter Luft arbeitete, zwei einander gegenüberstehende Thüren. Man darf nicht etwa das Fortlassen der zweiten Thür bei den Desinfectionsapparaten damit entschuldigen, dass die in den Laboratorien gebrauchten Sterilisierungsapparate ja auch nur eine Oeffnung hätten. Denn hier hat man ganz besondere Vorkehrungen, um eine Reinfection der sterilisierten Sachen zu verhüten.

Theilung der Desinfectionsanstalt in eine reine und eine unreine Hälfte.

Vergleich mit den Sterilisationsapparaten der Laboratorien.

9. Der Apparat muss bequem zu beladen sein.

Bequemes Ein- und Ausladen.

Desinfectionskammern, die eine Länge von etwa $1^1/_4$ m und mehr haben, müssen einen Beschickungswagen besitzen, der nicht vom Ende her, sondern von einer Seite her beladen werden kann. Die Firmen Rietschel & Henneberg, Schimmel & Co. und Geneste, Herscher & Cie. liefern ihre grösseren Apparate nur mit ausziehbaren Wagen. Budenberg und Gebr. Schmidt geben Kammern von mehr als 2 m Länge sowohl mit einem Wagen als auch ohne einen solchen ab. In den Kammern ohne Wagengestell sind unter der Decke ausziehbare Gestelle angebracht, um daran die Kleider aufzuhängen.

Beschickungswagen.

Diese Einrichtung ist zwar erheblich billiger, aber lange nicht so bequem und practisch, wie die Beschickungswagen. Namentlich macht das Einladen von Matratzen und Betten in längere Apparate ohne Wagengestell immerhin Schwierigkeiten, wie ich aus eigener Erfahrung weiss. Schimmel liefert schon für seine 1,4 m langen Kammern ein Wagengestell mit, Geneste & Herscher für solche von 1,3 m Länge.

10. In öffentlichen Desinfectionsanstalten müssen die Kammern mindestens eine Länge von 2 m haben. Dasselbe gilt auch für die Desinfectionsanstalten von Krankenhäusern, die vom Publikum mit benutzt werden dürfen, wie es z. B. in Elberfeld der Fall ist.

Grösse der Kammern.

Die Kammern von solchen Anstalten müssen immer so gross sein, dass man darin Federbetten locker ausbreiten, sowie Sprungfedermatratzen unterbringen kann. Handelt es sich um Apparate, die nur für kleinere Krankenhäuser, nicht für das grosse Publikum berechnet sind, so ist es bei Geldmangel wohl zulässig, Kammern von geringerer Länge aufzustellen, da hier Federbetten oder Sprungfedermatratzen gewöhnlich nicht vorkommen.

Prüfung der Apparate.

11. Jeder Apparat sollte von einem Sachverständigen geprüft werden. Mit dem Henneberg'schen Apparat im Institut für Infectionskrankheiten ist dies nicht nur zu Anfang geschehen, sondern auch von Zeit zu Zeit wiederholt worden. Obgleich er bis jetzt gut functioniert hat, wird die Prüfung doch auch weiterhin wiederholt werden. Es soll nicht bloss eine physikalische Prüfung mit einem Manometer, einem äusseren Thermometer und verschiedenen Maximal- und Contactthermometern, sondern auch eine bacteriologische Prüfung mit Milzbrandsporen stattfinden.

Manche Fabrikanten von Desinfectionsapparaten werden diese Forderung für übertrieben halten. Ich kann jedoch auf Grund meiner Erfahrungen nur dringend dazu rathen, eine solche Prüfung vornehmen zu lassen. Freilich ist dazu nicht jeder Bacteriologe oder Hygieniker im Stande, denn auch die Prüfung von Desinfectionsapparaten will gelernt und geübt sein. Mir ist sogar ein Apparat bekannt, der auf einer Ausstellung einen Staatspreis erhalten hatte, nachdem er von mehreren Hygienikern geprüft und für gut befunden worden war, der aber bei einer späteren Prüfung im Institut für Infectionskrankheiten nicht die Fähigkeit besass, an allen Stellen der Kammer Milzbrandsporen abzutödten.

Instruction für die Bedienung.

12. Jedem Apparat muss eine genaue Instruction über den Betrieb und die Bedienung beigegeben sein, denn gewöhnlich ist man an den Stellen, wo ein Apparat neu aufgestellt wird, durchaus nicht genau darüber orientiert, wie man den Apparat benutzen muss. Der beste Apparat aber arbeitet schlecht und unsicher, wenn er nicht richtig in Betrieb gesetzt wird. In der öffentlichen Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin erhält jeder Desinfector eine gedruckte Instruction. Im Institut für Infectionskrankheiten ist die Instruction zur Bedienung des Apparats im Vorraum der Anstalt aufgehängt.

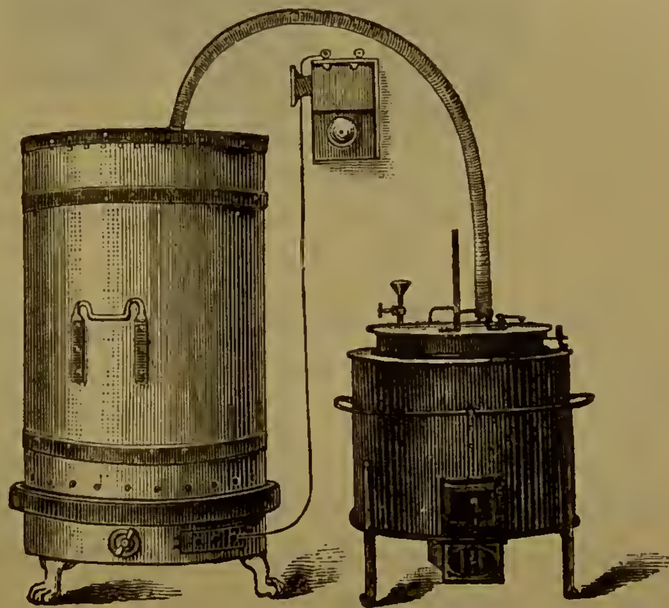
Transportwagen.

13. Bei dem Transport der inficierten Sachen zur Desinfectionsanstalt muss jede weitere Infection ausgeschlossen sein. Um jede weitere Infection zu verhüten, lassen die öffentlichen Desinfectionsanstalten in Berlin und anderen Städten die inficierten

Sachen durch besondere kastenförmige Wagen abholen und in anderen kastenförmigen Wagen die desinficierten Sachen zurückbringen. Ist eine Gemeinde zu arm, um sowohl für die inficierten als auch für die desinficierten Sachen besondere Wagen anzuschaffen, so kann sie zunächst auf die letzteren Wagen verzichten, da die desinficierten Sachen mit jedem beliebigen anderen Wagen, nur nicht mit den für inficierte Sachen bestimmten, zurückbefördert werden können. Kann die Gemeinde sich überhaupt keine besonderen Wagen verschaffen, so muss sie wenigstens zum Abholen der inficierten Gegenstände verschliessbare Holzkästen, die mit Blech ausgeschlagen sind, bereit halten, wie es Merke vorgeschlagen hat.

Grösserer Desinfections-Apparat, bestehend aus:
1 Desinfectionstonne, innerer Raum 1,06 m hoch, 0,76 m Durchmesser.
1 Untersatz mit 3 Entlüftungsventilen.
1 Kontrolapparat.
1 elektrischen Klingelappart mit Trockenelementen und 5 m Doppelleitungsschnur.
1 Blechdose mit 25 Stück Metallhülsen
1 Kessel von Kupfer mit transportablem, eisernen Feuermantel.
1 Dampfdeckel mit Ventil, Wasserstandsanzeiger, Fülltrichter u. s. w.
1 Spiraldampfschlauch mit Verschraubungen von 2 m Länge.
Fertig zum Gebrauch.

Fig. 11.



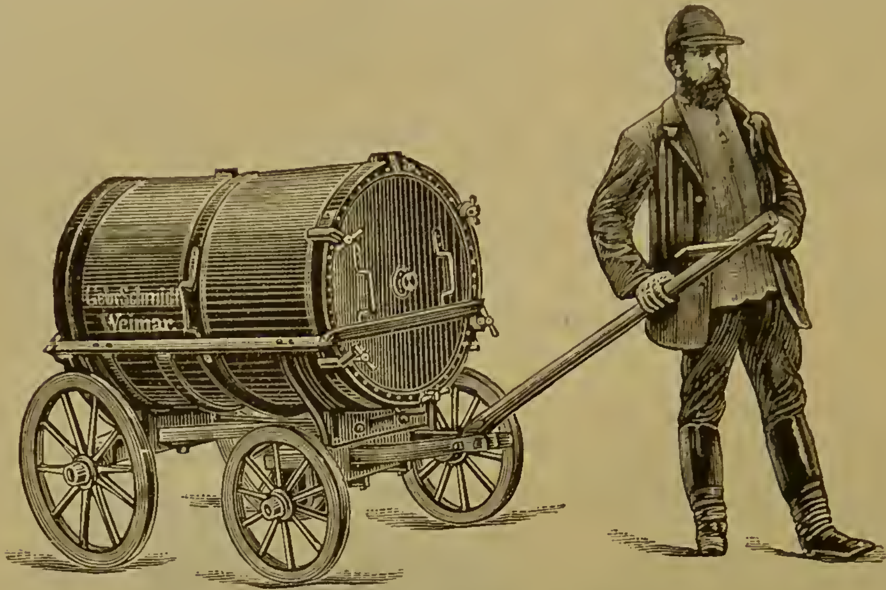
Preis M. 485.

Eine besondere Art der Abholung und der Desinfection der inficierten Gegenstände haben die Gebr. Schmidt-Weimar eingeführt, indem sie transportable Desinfectionstonnen construierten. Nachdem mit diesen die inficierten Sachen abgeholt und zu einem Dampferzeuger gebracht sind, werden die Tonnen mit dem letzteren durch einem Dampfschlauch verbunden und dienen nun als Desinfectionskammern. Die Tonne wird dazu auf einen mit electrischem Controlthermometer versehenen Untersatz gestellt, der neben dem Dampferzeuger bereit gehalten wird. Die Entleerung der Tonne hat ausserhalb des Desinfectionsraums in freier Luft oder in der Wohnung, aus welcher der Inhalt stammt, zu erfolgen. In der Tonne befindet sich ein Gestell, das mit Filz überspannt ist. In diesen mit Filzwänden umkleideten Raum kommen die zu desinficierenden Sachen zu liegen.

Transportable Desinfectionstonnen.

Der Transport der Tonnen zum Dampfentwickler erfolgt auf kleinen vierrädrigen Handwägelchen oder auf zweirädrigen Karren.

Fig. 12.



Vierrädriger Transportwagen zum Transportieren einer Schmidt'schen Desinfectionstonne. Preis M. 145.

In der im Katalog der Firma gegebenen Gebrauchsanweisung fehlt die Vorschrift, dass die Tonnen, wenn sie in der inficierten Wohnung gefüllt sind, vor dem Transport nach der Anstalt erst mit desinficierenden Flüssigkeiten abgewaschen werden müssen. Dass während des Einleitens von Dampf auch die aussen haftenden Infectionskeime abgetödtet werden, wie behauptet wird, darf man nicht ohne Weiteres als sicher annehmen.

Für den Transport und die Desinfection von Sprungfedermatratzen, Sophas, Möbelstücken, sind diese Tonnen nicht ausreichend.

Bezüglich des Transports grösserer Gegenstände folgen die Gebr. Schmidt dem Beispiel der übrigen Fabrikanten, indem sie dazu, ebenso wie diese, kastenförmige Transportwagen liefern, in denen die Sachen nach stabilen Desinfectionsapparaten geschafft werden. Soweit mir bekannt, haben sie ihren Tonnen nicht eine solche Grösse gegeben, dass darin auch grössere Gegenstände transportiert und desinficiert werden können. Dagegen hat auf Veranlassung von Ingenieur Brix-Wiesbaden die Fabrik von Schmahl-Mainz eine grössere fahrbare Desinfectionskammer von cylindrischer Form construiert, die zunächst zum Abholen der zu desinficierenden Gegenstände dient, dann, nachdem sie an einen geeigneten Dampferzeuger angeschlossen ist, als Desinfectionskammer fungiert und schliesslich zum Rücktransport der desinficierten Gegenstände benutzt wird. Die cylindrische

Kammer ist mit Vorrichtungen zur Vorwärmung und Nachtrocknung versehen und gestattet, mit einem Dampfüberdruck von 2 Atmosphären zu arbeiten. Eine solche fahrbare Desinfectionskammer ist in Wiesbaden eingeführt und hat daselbst neben dem stationären Apparat des Krankenhauses die von der Stadtgemeinde vorzunehmenden Desinfectionen mitzubesorgen.

II. Die fahrbaren Desinfectionsapparate.

Wie ich mich oft habe überzeugen können, besteht die Neigung, für Landkreise fahrbare Desinfectionsapparate anzuschaffen. Schon früher habe ich auseinandergesetzt, dass es am zweckmässigsten ist, wenn für einen Kreis zunächst ein oder mehrere stabile Desinfectionsanstalten errichtet, und die zu desinficierenden Sachen herangeschafft werden. Wird dann noch ein fahrbarer Apparat für erforderlich ge halten, so muss er folgendermaassen beschaffen sein.

Er muss vor allem den Anforderungen entsprechen, die ich für die Dampfdesinfectionsapparate im Allgemeinen aufgestellt habe. Dabei sind 2 Punkte ganz besonders zu beachten, nämlich, dass die Kammer nicht kürzer als 2 m ist und dass sie 2 gegenüberstehende Thüren hat. Die angegebene Länge ist nothwendig, weil man auf dem Lande Federbetten und manchmal auch Sprungfedermatratzen wird desinficieren müssen. Dass ein 2 m langer Apparat einen ausziehbaren Beschickungswagen haben muss, ist selbstverständlich. Grösse.

Dann ist noch ganz besonders darauf zu achten, dass auch der fahrbare Apparat 2 einander gegenüberstehende Thüren hat. Die bisherigen fahrbaren Apparate von Schimmel, Henneberg, Schmidt, Budenberg, Geneste & Herscher und anderen haben nur eine Thür. Ist aber nur eine Thür vorhanden, so werden sicher in den meisten Fällen die desinficierten Sachen an derselben Stelle ausgeladen, wo sie vorher im inficierten Zustande gelegen haben, und wo vielleicht noch andere inficierte Sachen lagern, die der Desinfection harren. Bei fahrbaren Apparaten mit einer Thür kann kein Arzt die Garantie dafür übernehmen, dass die desinficierten Sachen nicht wieder inficiert werden. Die Einladethür ist ein für alle Mal am hinteren Ende anzubringen, sie hat die deutliche Bezeichnung „Einladethür“ zu tragen; die mit der entsprechenden Bezeichnung versehene Ausladethür ist am vorderen Ende anzuordnen. Sind solche Aufschriften vorhanden, so werden die Desinfectoren schon vom Publikum controliert, ob sie richtig ein- und ausladen. Ist der dampferzeugende Kessel unterhalb der 2 Thüren.

Freilegung der vorderen Thür. Kammer angebracht und mit dieser fest verbunden, so muss der Kutschersitz von der vorderen Thür entfernt werden können; ist ein besonderer Dampfkessel unmittelbar hinter dem Kutschersitz angebracht, so muss sich auch der Dampfentwickler von der vorderen Thür fort und an die Seite rücken lassen, damit er von hier aus vermittelst des Dampfzuleitungsrohrs mit der Kammer verbunden werden kann.

Damit die desinficierten Sachen nicht in die inficierte Wohnung zurückgebracht und hier wieder inficiert werden, muss man den fahrbaren Apparat auch mit den zur Wohnungsdesinfection nöthigen Sachen ausrüsten und ihm den üblichen Koffer mit Carbolsäure, Seife, Bürsten etc., ferner einen Sprühapparat, sowie eine Tasche mit 2 Arbeitsanzügen etc. mitgeben. Diese Gegenstände können in einem mit dem Kutschersitz verbundenen Behälter oder auch in der Kammer mitgeführt werden. Die sonst noch nöthigen Eimer können ebenso, wie das Feuerungsmaterial an Ort und Stelle beschafft werden. Der Kutschersitz muss für zwei Personen Platz haben, damit noch ein ausgebildeter Desinfector mitfahren kann. Der Kutscher hat, nachdem er nach der Ankunft an dem bestimmten Orte die Pferde ausgespannt hat, unter der Leitung des Desinfectors als Hülfsarbeiter zu fungieren. Nachdem das Feuerungsmaterial besorgt und der Kessel mit Wasser gefüllt ist, legen beide die Arbeitsanzüge an und beginnen damit, sämmtliche zur Dampfdesinfection geeigneten Gegenstände aus dem Krankenzimmer nach der Einladethür zu tragen und in den Apparat einzuladen. Dann wird nicht gleich der Apparat in Thätigkeit gesetzt, sondern zunächst die Wohnungsdesinfection ausgeführt. Ist diese vollendet, so zieht der eine Desinfector sofort seinen Arbeitsanzug aus und legt ihn zu den übrigen zu desinficierenden Sachen. Hierauf wäscht er sich das Gesicht, desinficiert seine Hände und wendet sich nun sofort dazu, die Dampfdesinfection einzuleiten. Er hat sich von jetzt ab nur noch mit der Bedienung des Dampfkessels und am Schlusse jeder Desinfectionsprocedur mit dem Ausladen der desinficierten Sachen zu beschäftigen, während der andere seinen Arbeitsanzug anbehält und das Einladen der inficierten Sachen weiter besorgt. Sind die letzten Sachen im Apparat untergebracht, so fügt er noch seinen Arbeitsanzug hinzu. Nachdem er die Einladethür verschlossen, wäscht er den hinteren Theil des Apparats, namentlich die Thür und die Schrauben, mit 5%iger Carbolsäurelösung, dessgleichen die Tische etc., auf denen die inficierten Sachen bis dahin gelegen haben. Der Erdboden wird hier mit Kalkmilch begossen.

Ausrüstung für die Wohnungsdesinfection.

Personal für die Wohnungsdesinfection.

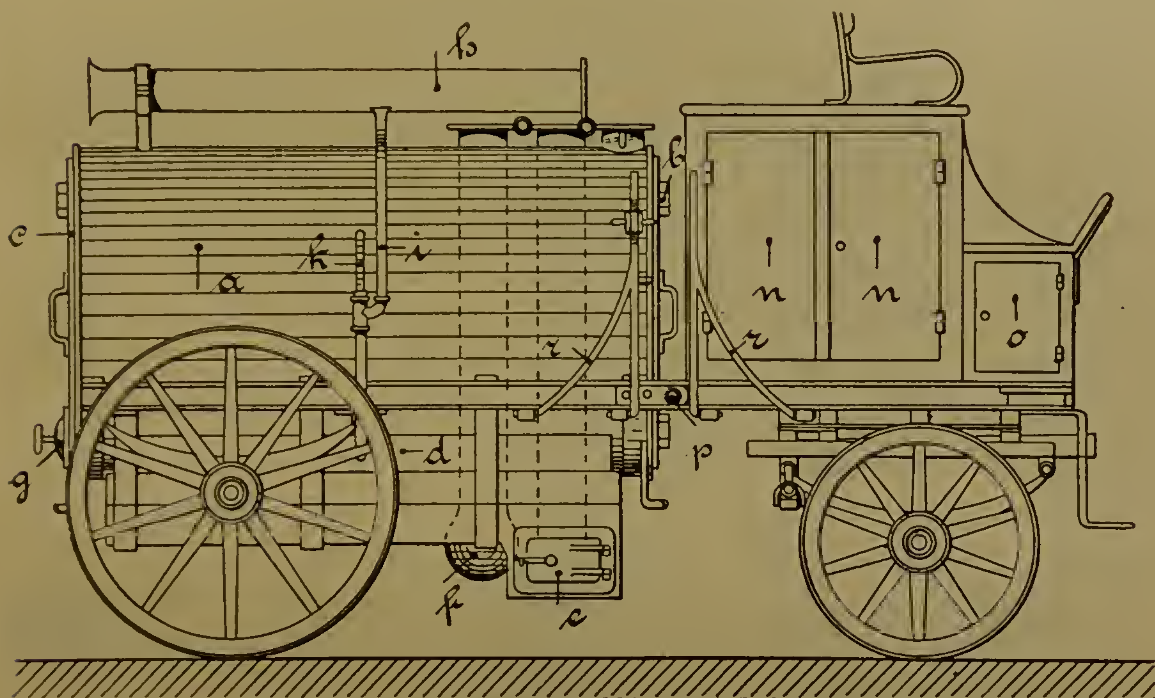
Ausführung der Wohnungs- und der Dampfdesinfection.

Wenn dies alles vollendet, muss er Gesicht und Hände desinficieren und seinem Kollegen beim Ausladen etc. helfen.

Erst neuerdings haben Rietschel & Henneberg in Berlin fahrbare Apparate construiert, die den obigen Anforderungen entsprechen. Diese neuen Apparate bestehen aus zwei Theilen, die während der Fahrt zusammenhängen, bei der Desinfection aber von einander getrennt sind.

Wie aus den beiden hier beigefügten Abbildungen hervorgeht, besteht der eine der Henneberg'schen Apparate aus der nach dem

Fig. 13.

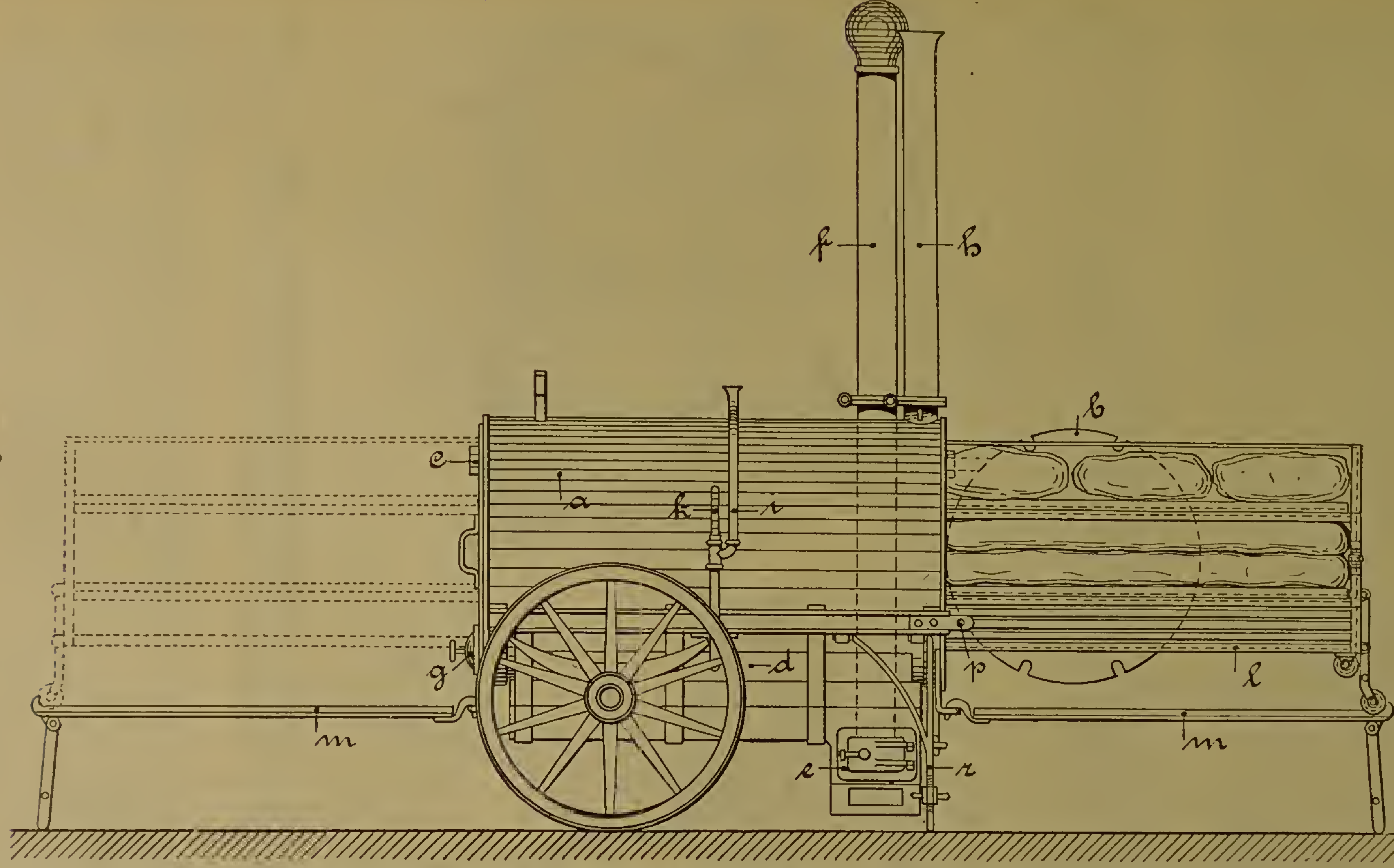


Fahrbarer Desinfectionsappart von Rietschel & Henneberg, fertig zum Transport.

a Cylindrische Desinfectionskammer, aussen mit Wärmeschutzmantel versehen. *b* Einladethür für die inficierten Gegenstände. *c* Ausladethür für die desinficierten. *d—k* wie bei Fig. 11. *n* Behälter, enthaltend sämmtliche Utensilien für Wohnungsdesinfection. *o* Behälter für Fourage. *p* Schraube, nach deren Lösung Vorder- und Hintertheil des Wagens von einander getrennt werden können. *r* Stützen zum Herunterklappen eingerichtet, um jede Wagenhälfte für sich feststellen zu können.

Princip von Merke gebauten Kammer und dem davon abtrennbaren Vordertheil, der sich aus dem Kutschersitz, dem Sitzkasten und dem Behälter für die Geräthe zur Wohnungsdesinfection zusammensetzt. Der Vordertheil lässt sich einfach durch das Lösen der Schraubenmutter p von der vorderen Kammerwand entfernen. Er ruht dann auf den beiden Vorderrädern und auf zwei eisernen Füssen r, die seitlich heruntergeklappt werden. Die Kammer mit dem darunter befindlichen Kessel ruht auf den Hinterrädern und zwei herunterge-

Fig. 14.



Transportabler Apparat von Rietschel & Henneberg bei Beendigung der Desinfection.

a—*k* wie bei Fig. 10 und 13. *m* Laufschienen für das Gestell *l*. *n*—*r* wie bei Fig. 10 und 13.

klappten eisernen Füssen, die sich durch Schrauben so weit verlängern oder verkürzen lassen, bis die Kammer horizontal steht. Der Beschickungswagen läuft in der 2,10 m langen Kammer auf einer mittleren Schiene, draussen auf zwei Schienen, die während des Transports an der Aussenseite der Kammer hängen und erst vor dem Ausziehen des Wagens aufgestellt werden.

Kriegsapparate.

Einer besonderen Besprechung bedürfen die fahrbahren Apparate, die im Kriegsfall zur Verwendung kommen sollen. Hier muss zunächst unterschieden werden, ob sie zwei- oder einspännig gefahren werden. Die zweispännigen sind mit einer Kammer von

Grösse.

mindestens 2 m Länge auszurüsten, die einspännigen mit einer Kammer von 1 m Länge. Die Kammern müssen so leicht wie möglich, und doch so fest gebaut sein, dass sie z. B. den Stoss einer Deichsel vertragen. Am besten eignen sich hierzu cylindrische Kammern, da hier

Form der Kammer.

das Eisenblech, aus dem die Kammerwand hergestellt ist, in Folge der cylindrischen Krümmung und der gleichmässigen Spannung einen stärkeren Halt besitzt, als bei den viereckigen Kammern. Um die Kammer selbst gegen stärkere Stösse widerstandsfähig zu machen,

Schutzmantel.

muss man sie mit Holzleisten bekleiden. Diese dienen gleichzeitig als Schutzmantel gegen Wärmeverluste, was bei einem Apparat, der selbst in der Winterkälte im Freien arbeiten muss, von Werth ist.

2 Thüren.

Der Apparat muss selbstverständlich 2 gegenüberstehende Thüren haben. Diese dürfen nicht abnehmbar sein, sondern müssen mit starken Charnieren an der Kammer haften. Ist die Kammer 2 m lang, so bedarf sie eines Beschickungswagens. Bei einer Länge von 1 m ist sie mit einem Holzrost und mit 3—4 über einander zu schichtenden Weiden- oder Rohrkörben auszustatten. Die Kammern können nach dem Merke'schen Princip gebaut sein, nach welchem der Dampf in einem schüsselartigen Kessel unterhalb einer doppelwandigen Kammer entwickelt wird, zuerst durch den Mantelraum zieht und dann von oben her in das Innere der Kammer eindringt.

Die zweispännigen Apparate können entweder nach dem Merke'schen Princip ohne nennenswerthen Ueberdruck oder für gespannten strömenden Dampf von $^1/_{20}$—$^1/_5$ Atmosphäre Ueberdruck eingerichtet werden. Bei den für den Kriegsgebrauch bestimmten Apparaten muss

Freilegung der vorderen Thür.

ebenso, wie bei den in Friedenszeiten gebräuchlichen, der Kutschersitz und, wo ein besonderer Dampfkessel vorhanden ist, auch dieser von dem vorderen Ende der Kammer abgelöst werden können, um die vordere Kammerthür zugänglich zu machen. Der Kutschersitz soll

Unterbringung der Fourage, des Feuerungsmate-

zweisitzig sein. Im Sitzkasten und in einem zweiten am Wagen angebrachten Behälter ist die Fourage, das Feuerungsmaterial und der

rials und der Geräthe zur Wohnungs-desinfection.

übliche Kasten mit den Chemikalien und Geräthen zur Wohnungsdesinfection unterzubringen, ferner ein Sprühapparat, sowie eine Tasche mit 2 Arbeitsanzügen nebst mehreren grösseren und kleineren Leinentüchern zum Transport der inficierten Gegenstände. Auch diesen Anforderungen entspricht der neue Apparat von Rietschel & Henneberg. Die Desinfectionsprocedur hat in derselben Weise zu erfolgen, wie es bei den fahrbaren Friedensapparaten beschrieben worden ist.

Vierter Abschnitt.

Ueber Schiffsdesinfection.

Von Hafenarzt **Dr. Nocht**, Hamburg.

Die Desinfectionsmaassnahmen sind selbstverständlich im Princip an Bord dieselben wie an Land. Der Besonderheiten im Einzelnen giebt es aber recht viele. Die Eigentümlichkeit der Bauart und des Baumateriales der Schiffe, die besondere Ausstattung und Benutzung der einzelnen Räume, der Verkehr und das Leben an Bord und auch die Besonderheit der an Bord zur Verfügung stehenden Mittel und Kräfte lassen es gerechtfertigt erscheinen, die „Schiffsdesinfection" in einem besonderen Kapitel abzuhandeln. Wer jedoch die Wirkungs- und Anwendungsweise der Desinfectionsmittel überhaupt kennt, wird auch an Bord ohne Schwierigkeiten richtig desinficieren. Die Eigenthümlichkeiten der Bordverhältnisse sind im allgemeinen leicht zu übersehen, und das technische Geschick der Seeleute und Ingenieure an Bord kann für die Ausführung einer zweckmässigen Desinfection mit grossem Vortheil zu Hilfe genommen werden. Ich werde bei der Besprechung der Schiffsdesinfection auf die allgemeinen Kenntnisse über Desinfectionsmittel und auf die Desinfection der Bilsch, des Bilschwassers und des Wasserballastes näher eingehen; denn hierbei handelt es sich um ganz besondere, den Schiffen eigenthümliche Verhältnisse. Besonderheiten der Schiffsdesinfection.

Von den chemischen Desinfectionsmitteln, welche überall da, wo kein Dampf zur Verfügung steht, der nicht anwendbar ist, benutzt werden müssen, kommen auch für Schiffe die Karbolseifenlösung, Kresolseifenlösung, Cresol, Creolin, Solveol und ähnliche Präparate vorzugsweise in Betracht. Sublimatlösungen, mit welchen in der letzten Choleraepidemie namentlich in Amerika ganze, grosse Schiffsräumlichkeiten ausgewaschen worden sind, sollten schon der Giftigkeit wegen möglichst nicht angewandt werden. Desinfectionsmittel.

Man thut gut, die Desinfectionsmittel aus der Heimath in genügender Menge an Bord mitzunehmen, weil man im Ausland oft Fälschungen ausgesetzt ist, oder überhaupt nichts erhält. Desinficierende Lösungen können an Bord nicht bloss für Effecten, Kleider, Betten, Lagerstellen, Möbel, sondern auch für ganze Räumlichkeiten, welche damit abgewaschen werden, verwendet werden, da die Wände solcher Räume an Bord meist mit einem glatten Oelfarbenanstrich bedeckt sind (Kabinen, Mannschaftsräume, Zwischendeck, Aborträume, Waschhäuser u. s. w.).

Desinfection mit Kalk.

Hat man Kalk zur Verfügung (fast in jedem Hafen erhältlich), so wird man die grösseren, namentlich die für den Massentransport von Auswanderern bestimmten, sehr einfach ausgestatteten Räume an Bord billiger und einfacher mit einer Kalktünche (von Sahnenconsistenz, 1 Th. Aetzkalk, 4 Th. Wasser) anstreichen, auch die Fussböden und Treppen können so behandelt werden. Nach 24 Stunden kann dann der Kalkanstrich durch Abwaschen — nicht durch Abreiben, was unerträglichen Staub verursachen würde — leicht wieder entfernt werden. Die oft sehr kostbaren Kajütseinrichtungen, Tapeten, Bilder werden, sofern ihre Desinfection überhaupt nöthig erscheint, wie an Land durch sorgfältiges Arbeiten mit Brod gereinigt.

Desinfection mit heissem Wasserdampf.

Auf Dampfschiffen ist neuerdings in sehr ausgiebiger Weise Dampf zur Desinfection benutzt worden. Zwar gehört die Anwesenheit eines der bekannten und bewährten Dampfdesinfectionsapparate an Bord vorläufig zu den grossen Seltenheiten, indessen können solche Apparate leicht in wirksamer Weise improvisiert werden. Die deutsche Kriegsmarine giebt hierüber genaue Anweisung:

a) „Ein zur Regulierung der Dampfzuleitung mit Absperrhahn versehenes Zweigdampfrohr von etwa 15 mm Weite wird an eine zur Schiffsmaschine oder zum Hülfs- (Destillier-) Kessel gehörige Dampfrohrleitung, am besten aber auf Oberdeck an die Dampfleitung für die Dampfpfeife angeschlossen und in mehrfachen Lagen mit Packungsgarn umwickelt; ausserdem wird ein Stück alter Leinwand und dergl. vor die Mündung festgebunden, nachdem vorher der im Innern des Rohres etwa enthaltene Schmutz durch Ablassen von Dampf entfernt worden ist. Zur Aufnahme der zu desinficierenden Gegenstände wird ein entsprechend grosses Fass oder eine der gewöhnlichen, grösseren Schiffsbalgen benutzt und zu derselben aus Brettern, welche auf zwei Lattenstücke genagelt werden, ein nicht ganz dicht schliessender Deckel angefertigt. Die Balge wird mit einem Stück alten Segeltuchs im Innern ausgelegt und neben dem Zweigdampfrohr so aufgestellt, dass das letztere durch einen seitlichen Ausschnitt des Deckels bis zur Mitte der Balge und bis dicht über den Boden derselben reicht.“

b) „Auf dem Boden der Balge wird durch mehrere kreuzweise hingelegte Lattenstücke ein hohler Raum gebildet.

Auf diese Lattenstücke werden die zu desinficierenden Gegenstände gleichmässig und nicht zu fest gepackt, und, nachdem der Deckel aufgelegt und mit Gewichten beschwert ist, wird heisser Wasserdampf, welcher im Kessel eine Spannung von etwa 1,5 Atmosphären haben muss, zugeleitet."

c) „Bedingung der Wirksamkeit des Verfahrens ist, dass ein fortwährendes Durchströmen von heissen Wasserdämpfen durch den vorstehend improvisierten Desinfectionsraum stattfindet und die Temperatur in demselben überall 100° C. beträgt. Diese Bedingung wird erfüllt sein, wenn ein in die Oeffnung, durch welche der Dampf den Apparat wieder verlässt, gebrachtes Thermometer die Temperatur von 100° C. erreicht, was gewöhnlich in 5—10 Minuten geschieht. Die Dampfzuführung ist durch den Absperrhahn entsprechend zu regulieren."

d) „Die Zeit, während welcher die zu desinficierenden Gegenstände den heissen Wasserdämpfen ausgesetzt werden, darf bei leicht zu durchdringenden Gegenständen, z. B. Kleidern, nicht weniger als eine halbe Stunde, bei schwerer zu durchdringenden Gegenständen nicht weniger als eine Stunde betragen. Hierbei ist die Zeit nicht mitgerechnet, welche vergeht, bis der aus dem Desinfectionsapparat ausströmende Dampf die Temperatur von 100° C. erreicht hat."

e) „Nach Vollendung der Desinfection werden die Gegenstände an der freien Luft getrocknet."

In ähnlicher Weise lassen sich solche Apparate aus Badewannen mit Dampfzuleitung improvisieren, ebenso auch aus ganzen Kammern (Badekammer). Als Ausströmungsöffnungen dienen Ventilatoren und ähnliche Auslässe. Einströmen lässt man den Dampf durch die Zuleitung zur Dampfheizung oder andere, leicht zu erreichende Dampfleitungen (Dampfröhren zum Feuerlöschen, Hülfskesselleitungen u. s. w.). Auch die eisernen Trinkwassertanks können durch das Einleiten von Dampf desinficiert werden. Es ist aber bei allen diesen Maassnahmen nöthig, dass man — womöglich vor Antritt der Reise — sachverständig genau ermittelt, wie gross der Dampfdruck und die Durchströmungszeit sein müssen und wie die Einlass- und Ausströmungsöffnung anzuordnen ist, damit überall 100gradiger Dampf hingelangt. Später muss dann genau nach diesen vorher festgestellten Bedingungen verfahren werden.

In Amerika hat man neuerdings auf grossen Dampfern alle Räumlichkeiten, namentlich das Zwischendeck, mit heissem Dampf

stundenlang erfüllt gehalten und hat an vielen Stellen weit über 100° Dampftemperatur festgestellt. Es fehlt indess die Gewähr, dass überall auch in den Ecken und Winkeln, unter den Treppen und anderen, dem Dampf schwer zugänglichen Stellen sicher Desinfectionswirkung erzielt worden ist.

Desinfection mit schwefliger Säure ist zu verwerfen.

Waaren an Bord werden meist noch durch Beräuchern mit Schwefel desinficiert. Das ist natürlich ganz unwirksam. Im Ausland thut man es aber ut aliquid fieri videatur. Die Desinfection von Waaren an Bord ist, solange sie dicht gepackt in den Laderäumen liegen, unmöglich. Sofern überhaupt eine Waarendesinfection nöthig erscheint, muss man damit warten, bis die Ladung aus den Räumen heraus ans Tageslicht geschafft ist. Die leeren Laderäume können wie die Wohnräume durch Abwaschen der Wände mit Desinfectionslösungen oder Antünchen mit Kalk desinficiert werden.

Bilsch- und Wasserballastdesinfection.

Die Bilsch- und Wasserballastdesinfection erfordert, wenn sie ihren Zweck erreichen soll, eine genaue Kenntniss der Räumlichkeiten, in welchen desinficierend vorgegangen werden soll.

Terminologische Bemerkungen über technische Schiffsausdrücke.

Bilschwasser*) nennt man das im untersten Schiffsboden angesammelte Schmutzwasser. Es setzt sich zusammen aus von aussen eingedrungenem Leckwasser und aus allem demjenigen Schmutzwasser, welches im Schiffe selbst seinen Ursprung hat. Hierher gehört das in den bewohnten Schiffsräumen im Haushalt, beim Waschen etc. vergossene Wasser, ferner das Niederschlagswasser von den Schiffswänden, das in der Maschine zum Kühlen der Wellenlager, zum Löschen der Asche und dergl. benutzte Wasser, die aus der Ladung heraussickernden Flüssigkeiten und alles übrige, sonst im Schiff vergossene Wasser. Alles sickert zusammen und bildet schliesslich mehr oder weniger erhebliche Ansammlungen im untersten Schiffsraum.

Gesundheitliche Bedeutung und Eigenschaften des Bilschwassers.

Seiner Herkunft nach ist also das Bilschwasser geeignet, Abfallstoffe des menschlichen Haushaltes und damit Krankheitsstoffe in sich aufzunehmen und es sind thatsächlich in jüngster Zeit Krankheitsstoffe, insbesondere Cholerabacillen darin nachgewiesen worden. Auch wenn keine Krankheitsfälle an Bord selbst vorgekommen sind, können Krankheitskeime dadurch in das Bilschwasser gerathen, dass verseuchtes Hafenwasser von aussen durchsickert oder binnenschiffs, beim Deckwaschen und anderen Reinigungen mit Hafen-

*) Wie Reinke (Ueber Schiffshygiene. Deutsche V. f. ö. Gesundheitspflege Bd. XIII) hervorhebt, darf man weder Kielwasser, noch Bilguewasser schreiben, sondern Bilschwasser. Das Wort „Bilsch“ ist deutschen Ursprungs. „Es ist die Pülsche, welche beim Rollen des Schiffes hin und her ‚schülpt‘.“

wasser, herabfliesst. Die Bilschwässer haben auf den einzelnen Schiffen sehr verschiedene Beschaffenheit. Folgende Zusammenstellung giebt eine Uebersicht der wichtigsten, hier interessierenden Eigenschaften des Bilschwassers von 11 Schiffen, welche von mir untersucht worden sind.

Name des Schiffes	Baumaterial	Entnahmestelle des Bilschwassers Laderaum oder Maschinenraum	Allgemeine Eigenschaften nach Farbe, Aussehen etc.	Geruch	Reaction	Chlorgehalt mgr. i. l.	Bacteriengehalt in 1 ccm.
Segelschiff Hans	Holz	Laderaum	rostbraun leicht getrübt mit spärlichem Absatz	süsslich	neutral	9585	325 000 Keime
Segelschiff Premier	Holz	Laderaum	schwarz, trübe, starken Absatz bildend	Fäulnissgestank	leicht alkalisch	12 780	100 000 Keime
Segelschiff Cricket	Holz	Laderaum	schwarz, trübe, starken Absatz bildend	Fäulnissgestank	leicht alkalisch	7632	450 000 Keime
Segelschiff Pamelia	Eisen	Laderaum	gelblich, klar, schwer fliessend	geruchlos	stark alkalisch	49 500	300 Keime
Dampfer Senior	Eisen	Maschinenraum	farblos, oxalescierend, ohne Absatz	geruchlos	neutral	355	150 000 Keime
Dampfer Titania	Eisen	Maschinenraum	farblos, oxalescierend, ohne Absatz	geruchlos	neutral	1526	500 000 Keime
Dampfer Gethiana	Eisen	Maschinenraum	opak, farblos ohne Absatz	geruchlos	neutral	5573	4500 Keime
Dampfer Rhaetia	Eisen	Maschinenraum	klar, farblos	geruchlos	neutral	664	15 Mill. Keime
Dampfer Sorrento	Eisen		braungelb, trübe, sprungartig	säuerlich nach Essig	sauer	2485	30 000 Keime
Dampfer Scandia	Eisen	Maschinenraum	trübe, mit zahlreichen Oeltropfen und einer Oelschicht	nach Maschinen-Oel	neutral	390	500 000 Keime
Dampfer Scandia	Eisen	Laderaum	trübe, schwarz, starken Absatz bildend	leicht faulig	leicht alkalisch	10 615	3 Mill. Keime
Dampfer Baroda	Eisen	Laderaum	gelb, leicht getrübt, ohne Absatz	geruchlos	neutral	6035	150 000 Keime

Das Bilschwasser der hölzernen Segelschiffe zeichnet sich durch bedeutenden Chlorgehalt aus, welcher auf Beimischung von viel Seewasser schliessen lässt. Hölzerne Schiffe „machen“ immer Wasser, d. h. der Bilschraum füllt sich mehr oder weniger rasch mit Leck-

Verschiedene Beschaffenheit des Bilschwassers auf hölzernen und auf eisernen Schiffen.

wasser an, welches sich mit dem vorhandenen Schmutzwasser mischt, und die im untersten Schiffsraum abgelagerten Schmutzstoffe — Abfälle von der Ladung, Schmutz, Ballastabfälle, Thiercadaver (Ratten), alles in voller Fäulniss befindlich — immer von neuem aufschwemmt und auflöst. Je mehr das Schiff leckt, desto öfter muss das Bilschwasser ausgepumpt werden; bei älteren Holzschiffen muss dies oft mehrere Male des Tags geschehen.

Auf den eisernen Schiffen besteht das Bilschwasser in der Regel nur zu verschwindenden Theilen aus Leckwasser, die Wasseransammlungen sind, abgesehen vom Maschinenraum der Dampfer, im Verhältniss zur Grösse des Bilschraumes nicht sehr beträchtlich und brauchen oft wochen- und monatelang nicht ausgepumpt zu werden.

Das eiserne Segelschiff „Pamelia", welches mit einer Salpeterladung von Chile in Hamburg angekommen war, hatte Bilschwasser, welches aus einer concentrierten Lösung von Mineralsalzen bestand (specifisches Gewicht 1,24; 31 $^0/_0$ Trockenrückstand).

Der Dampfer „Sorrento" hatte saures Bilschwasser, in welchem freie Essigsäure nachgewiesen werden konnte, deren Anwesenheit auf Zuflüsse vom Schiffe selbst hindeutet.

Im Maschinenraum eiserner Dampfer entstammt das Bilschwasser zum grössten Theil den sehr reichlich im Maschinen- und Kesselraum verbrauchten Wassermengen und muss, wenn die Maschine im Gange ist, in sehr kurzen Zwischenräumen immer wieder entleert werden (Dampfpumpe). Da das Wasser der Unterelbe noch eine beträchtliche Strecke unterhalb Hamburgs aus Süsswasser besteht und somit die aufkommenden Dampfer, ehe sie hier anlangen, eine vier- bis fünfstündige Fahrt durch Süsswasser zu machen haben, so findet man im Maschinenbilschraum dieser Dampfer in Hamburg fast nie mehr Seewasser allein, sondern See- und Elbwasser gemischt, meist zum grössten Theil Elbwasser (vgl. Chlorgehalt des Maschinenbilschwassers von „Senior", „Scandia", „Rhaetia". Elbwasser enthielt zur Zeit dieser Untersuchungen 330 mgr Chlor im Liter).

Die Keimzahl der Bilschwässer ist in der Regel eine recht erhebliche; einzelne Bilschwässer waren auf den von mir untersuchten Schiffen nach Geruch und Aussehen in voller Fäulniss befindlich, so das Wasser von „Premier", „Cricket" und das aus dem Laderaum von „Scandia" stammende Wasser.

Lebensdauer der Cholerabacillen im Bilschwasser.

Ueber die Lebensdauer von Cholerabacillen in den nicht sterilisierten Wässern fand ich sehr grosse Differenzen; in einem Fall (Segelschiff „Pamelia") waren dieselben schon nach einer Stunde abgestorben; in mehreren anderen erst nach 10 bis 14 Tagen. Die

mit Cholerabacillen versetzten Bilschwasserproben wurden dabei Tag und Nacht bei 23° gehalten.

Uebrigens haben Nicati und Rietsch Cholerabacillen im Bilschwasser noch 32 Tage nach ihrer Einfahrt nachweisen können.

Auch für das saure Bilschwasser des „Sorrento" wurde das Verhalten der Cholerabacillen geprüft. Da die Flüssigkeit auch, nachdem sie durch Aufkochen sterilisiert war, sauer reagierte, und die Lösung deutlich nach Essigsäure roch, so wurden die Cholerabacillen in das sterilisierte Bilschwasser hineingebracht. Sie erwiesen sich nach einstündigem Aufenthalt in demselben noch lebensfähig, später konnten sie nicht mehr nachgewiesen werden. Der Säuregrad des Bilschwassers des „Sorrento" war ein solcher, dass zur Neutralisierung von 1000 ccm Flüssigkeit 48 ccm Normallauge erforderlich waren.

Wahl der Mittel für die Desinfection von Bilschwasser.

Für die Desinfection des Bilschwassers und Bilschraumes war bis zum vorigen Jahre in Deutschland die Verwendung von Sublimat vorgeschrieben. Das Bilschwasser sollte mittelst eines Pumpwerkes in Cirkulation gesetzt werden, hierauf sollte die Sublimatlösung zugefügt und während einer mindestens einstündigen Cirkulation durch Pumpen gründlich mit dem Bilschwasser gemischt werden. In der Durchführung dieses Verfahrens ist man aber auf Schwierigkeiten gestossen, die hauptsächlich darin bestanden, dass die vorgeschriebene Durchmischung durch die Cirkulationspumpen sich nicht recht bewerkstelligen liess. Auch verursachte die Handhabung eines so starken Giftes in grösseren Mengen Bedenken. Man hat desshalb seit dem vorigen Jahr in Hamburg die Bilschräume und das Bilschwasser mit Kalk desinficiert. Die darüber bisher erlassenen, neuen Vorschriften des Reiches sind aber zu allgemein gehalten, als dass man dabei ohne genaue Kenntniss der Bauart der Schiffe richtig verfahren könnte. Man muss über die Anordnung und Grösse der Bilschräume an Bord und über die Vertheilung und Menge des Bilschwassers unterrichtet sein, man muss sich für jeden einzelnen Fall überlegen, wie und wo das Desinfectionsmittel zuzusetzen ist. Dabei darf weder die Ladung beschädigt werden, noch dürfen die Zuleitungsröhren und die Oeffnungen zwischen den einzelnen Abtheilungen des Bilschraumes verstopft werden. Gerade bei der Verwendung von Kalk kann dies bei unrichtigem Verfahren sehr leicht eintreten. Es sind mir in Hamburg mehrere auswärts desinficierte Dampfer mit durch Kalk verstopften Pumpenleitungen vorgekommen. In einem Fall hatte man ganze Wagenladungen von Kalk in die Maschinenbilsch hinuntergeworfen und es verursachte

hier Kosten und Zeit, um den Raum wieder in einen reinlichen und brauchbaren Zustand zu versetzen.

Beschreibung der Bilschräume.

Grösse und Anordnung der Bilschräume sind je nach den einzelnen Schiffstypen ganz von einander abweichend. Man muss dabei zwischen hölzernen und eisernen Schiffen unterscheiden. Holzschiffe sind im Grossen und Ganzen gleichartig construiert, auch der Bilschraum zeigt im Allgemeinen die gleiche Anordnung und verändert sich nur in seinen Grössendimensionen mit der Grösse des Schiffes. Von der Mittellinie des Schiffes aus laufen querschiffs, rechtwinkelig zum Kiel, mächtige, 60—80 cm hohe, dicke Holzbalken, zuerst horizontal, dann leicht ansteigend und gekrümmt, schliesslich fast vertikal bis zum Oberdeck; über dem mächtigen Kielbalken stossen immer zwei solcher Querbalken zusammen und bilden ein Spant, welches immer der Form des Schiffes in der querschiffs liegenden Vertikalebene entspricht. Diese Spanten liegen in Abständen von ca. 20—50 cm auseinander, im Vorder- und Hinterschiff näher zusammengerückt, in der Balkenlage verdickt, die Schenkel schnell ansteigend und mehr spitzwinkelig zu einander geneigt; mittschiffs in grösseren Abständen mit fast horizontalen Schenkeln. Die Spanten ruhen auf dem durch die ganze Länge des Schiffes sich erstreckenden, dicken Kielbalken; über die Spanten hinweg verläuft parallel dem Kiel das Kielschwein, eine ebenso dicke Holzbalkenlage. Nach aussen sind die Spanten durch die Aussenhautbeplankung verbunden, nach dem Schiffsinneren zu sind sie bedeckt mit Planken (der „Garnierung"), welche den Boden des Laderaumes bilden. Der zwischen der Garnierung und der Aussenhaut zwischen den Spanten freibleibende Raum heisst der Bilschraum. Es handelt sich dabei nicht um einen, freien Raum, sondern um viele einzelne, durch die dicken Balkenlagen der Spanten getrennte, querschiffsparallele Abtheilungen, welche vorn und hinten tief, schmal und spitz nach unten zulaufend, in der Mitte etwas breiter und ziemlich flach sind (vgl. Fig. 1). Diese einzelnen Räume stehen untereinander nur durch kleine Kanäle von 3—4 cm Breite und 2—3 cm Tiefe in Verbindung, welche zwischen der Aussenhaut und den Holzspanten dadurch freibleiben, dass man rechteckige oder auch runde Einschnitte an der unteren Seite der Holzspanten angebracht hat. Die Länge dieser Kanäle beträgt, entsprechend der Balkenbreite, 20—30 cm. Nicht selten werden diese, im Verhältniss zur Länge ausserordentlich engen Kanäle durch Schlamm des Bilschwassers, oder durch die in das Bilschwasser gerathenen Theile der Ladung — Ansammlungen von Getreidekörnern, Reis oder ähnliche Sachen — verstopft. Sie sollen jedesmal, wenn das

Schiff seine Ladung entleert hat, nachgesehen und gereinigt werden. Das Bilschwasser, welches sich in den einzelnen Abtheilungen zwischen den Balkenlagen sammelt, kann nur durch diese engen Canäle aus einer Abtheilung in die andere fliessen. Da der Kiel nach vorn und hinten etwas ansteigt, so sickert das Bilschwasser der vorderen und hinteren Zwischenbalkenräume allmählich nach der Mitte des Schiffes zusammen. Dort befinden sich die Pumpen. Nicht selten kommt es vor, dass beim Auspumpen des Bilschwassers Pausen eintreten müssen, weil das Wasser von vorn und hinten nicht so schnell nachfliessen kann, als ausgepumpt wird.

Man kann annehmen, dass bei der Berechnung der Grösse des gesammten Bilschraumes eines hölzernen Schiffes nach der Länge des Schiffes und der Breite des Schiffsbodens in den verschiedenen Querschnitten von vorn nach hinten, ungefähr die Hälfte des berechneten Raumes in Abzug zu bringen ist, weil dieser Theil durch die dicken Balkenlagen der Spanten beansprucht wird. Der wirkliche Bilschraum wird durch diese Spanten in viele, tiefe und schmale Abtheilungen zerlegt, welche nur durch enge, 20—30 cm lange Canäle mit einander in Verbindung stehen (vgl. Fig. 1).

Eiserne Schiffe zeigen ganz andere Verhältnisse. Man findet verschiedene Formen und Anordnungen des für die Aufnahme des Bilschwassers bestimmten Theiles des Schiffsbodens. Drei Hauptformen lassen sich dabei aufstellen:

1. Schiffe mit einfachem Boden.

2. Schiffe mit Bodentanks zur Aufnahme von Wasserballast bei gewöhnlicher Construction des Schiffsbodens.

3. Schiffe mit einem nach dem Zellen- oder Bracketsystem construierten Doppelboden.

Bei eisernen Schiffen mit einfachem Schiffsboden bestehen die den dicken Holzbalken der Holzschiffe entsprechenden Spanten aus Eisenschienen, welche nach der Form des Schiffsrumpfes in der Vertikalebene gebogen sind. Auf diesen Schienen sind, soweit der eigentliche Schiffsboden reicht, aufrecht stehende Platten zur Verstärkung des Schiffsbodens aufgenietet (vgl. Fig. 2). Die äussere Planke dieser Platten, „Bodenstücke“ genannt, entspricht der Form des Spantes, die Oberkante verläuft viel flacher. Die Höhe dieser Bodenstücke entspricht $^1/_{12}$ der Raumtiefe, nach vorn und hinten zu werden die einzelnen Bodenstücke allmälich höher, schmaler, und nach unten zugespitzt (vgl. Fig. 3 u. 4). Die Dicke der Platten beträgt ungefähr 1 cm. Die Entfernung der Spanten und Bodenstücke von einander schwankt mit der Grösse des Schiffs etwa zwischen 50—75 cm, nach vorn und hinten zu rücken sie näher zu-

sammen. Diese Bodenstücke theilen, ebenso wie die Holzbalken auf Holzschiffen, den Bilschraum in lauter einzelne getrennte Abtheilungen ein, welche mindestens ebenso tief sind, wie auf einem Holzschiff von gleicher Grösse, aber noch einmal so breit ausfallen, da die raumbeschränkenden, dicken Holzbalken durch dünne Eisenplatten ersetzt sind. In jedem Bodenstück sind zu beiden Seiten der Mittellinie 3 bis 5 cm weite, runde Speigattöffnungen ausgeschnitten, durch welche das Bilschwasser aus einer Abtheilung in die andere abfliessen kann. Der Schiffsboden ist mit Cement ausgekleidet, welcher so dick aufgetragen ist, dass die Oberfläche desselben mit der Unterkante der Speigattöffnungen zusammenfällt. Kiel und Kielschwein sind in derselben Weise, wie bei den Holzschiffen angeordnet, bestehen aber aus Eisen; zwischen beiden hindurch kann das Bilschwasser innerhalb der Abtheilungen zwischen je zwei Bodenstücken frei von rechts nach links laufen; die Dicke der Bodenstücke ist so gering, dass bei der Berechnung des Gesammtbilschraumes nichts in Abzug zu bringen ist. Bei Schiffen von gleichen Dimensionen und gleich hoch gepeiltem Wasserstand des Bilschwassers beträgt also die Menge des Bilschwassers auf den eisernen Schiffen das Doppelte von dem des Holzschiffes.

Der Bilschraum in Schiffen mit Bodentanks.

Schiffe, welche einfache Bodentanks zur Aufnahme von Wasserballast haben, zeigen eine Form des Bilschraumes, welche mit den bisher beschriebenen gar nicht vergleichbar ist. Der Ballasttank ist in der in Fig. 5 angedeuteten Weise mit dem Schiffsboden und den Bodenstücken so verbunden, dass dadurch ein geschlossener Raum entsteht, dessen Boden mit dem Schiffsboden zusammenfällt. Die Decke des Tanks bildet den innern Schiffsboden, welcher dadurch ganz flach und für die Aufnahme und den Abfluss von Bilschwasser ungeeignet wird. Es sind desshalb zur Aufnahme des Bilschwassers zu beiden Seiten des Ballasttanks, welcher nicht bis an die seitlichen Bordwände reicht, Rinnen freigelassen, in denen sich das Bilschwasser sammelt. Diese Rinnen bilden aber keine ununterbrochenen Laufgräben, sondern sind entsprechend den Bodenstücken durch dreieckige, sogenannte Tankseitenplatten in einzelne Abtheilungen von ca. 75 cm Länge zerlegt, welche durch kleine, an der tiefsten Stelle angebrachte Speigattlöcher die Verbindung zwischen den einzelnen Abtheilungen gestatten. Die „Rinnsteine“ sind so auscementiert, dass das Bilschwasser in ihnen von vorn und hinten nach dem tiefsten Punkte, wo die Pumpenrohre münden, von selbst abläuft. Schon bei dem Vorhandensein relativ geringer Mengen von Bilschwasser kann die auf der Garnierung liegende Ladung beschädigt werden. Dampfer, welche derartig gebaut sind, habe ich nicht

sehr häufig angetroffen. Die neueren Dampfer sind durchweg nach dem 3. Typus, dem Zellen- oder Brackettsystem gebaut. Schiffsboden und Ballasttank bilden eine in sich abgeschlossene, vom übrigen Schiff unabhängige Zellenconstruction (vgl. Fig. 6); bei Unglücksfällen, Aufstossen auf Felsen u. dergl. wird nur der äussere Boden leck, der Doppelboden füllt sich mit Wasser, das Schiff selbst aber bleibt seefähig. Die Höhe des Doppelbodens beträgt ungefähr 1 m. Zu beiden Seiten des Doppelbodens sind wie bei Typus II Wasserläufe, durch Tankseitenplatten in einzelne durch Oeffnungen communicierende Abtheilungen zerlegt, angeordnet, welche zur Aufnahme des Bilschwassers bestimmt sind. Da sie aber nicht viel Wasser zu fassen im Stande sind, so sind, um einer für die Ladung gefährlichen Ansammlung des Bilschwassers in diesen „Rinnsteinen" vorzubeugen, in dem Doppelboden, zwischen den einzelnen wasserdichten Abtheilungen desselben, „Brunnen" freigelassen, 1—2 m breite, durch die ganze Breite des Schiffes sich erstreckende Gräben, in welche das Bilschwasser aus den Rinnsteinen abfliessen kann. In jedem Compartment des Schiffes, welches durch die grossen, durch das ganze Schiff quer hindurch gehenden, wasserdichten Querschotte abgetheilt ist, ist ein solcher Brunnen vorhanden. Die Tiefe desselben beträgt entsprechend der Höhe des Doppelbodens ca. 1 m. Die Rinnsteine beginnen zu beiden Seiten des Schiffes vorn am Collisionsschott und enden in dem ersten Compartment vor dem ersten Querschott in dem „Brunnen", hinten beginnen sie 4—8 Spantenlängen vor dem Hintersteven. In jedem, durch Querschotte abgetrennten Compartment beginnen sie dicht an einem wasserdichten Schott und enden 1—2 m vor dem anderen Grenzschott in den querverlaufenden Brunnen (vgl. Fig. 7, 8 und 9). Der Boden der Rinnsteine ist mit Cement so ausgegossen, dass das in denselben angesammelte Wasser von selbst in die Brunnen abfliesst.

Schwierigkeiten der Anwendung des Kalks zur Desinfection der Bilschräume und des Bilschwassers.

Wenn das Schiff leer ist, können auf jedem Schiff die Bilschen aufgerissen werden, indem man die Garnierung entfernt, die Eisenplatten, welche die Decken der Brunnen bilden, aufnimmt etc. Man kann sich so direct von der Menge des Bilschwassers überzeugen, in jede durch Holzspanten oder Bodenstücke getrennte Abtheilung des Schiffsbodens resp. in die einzelnen, durch Tankseitenplatten getrennten Rinnsteinabtheilungen das nöthige Quantum Kalkmilch hineinschütten, die Wände mit Besen auskehren und mit Kalkmilch antünchen. Auch die Bilschräume, welche sich unter dem Kessel- resp. Maschinenraum befinden, kann man, wenn auch nicht gänzlich freilegen, doch an vielen Stellen so zugänglich machen, dass man Kalkmilch hineinschütten kann, an so vielen Stellen, dass sie sich überall gleichmässig mit dem Bilschwasser ver-

mischt. Anders liegen die Verhältnisse aber für die unter den Laderäumen belegenen Abtheilungen des Bilschraumes, wenn das Schiff befrachtet ist. Diese Laderäume erstrecken sich, mit Ausnahme des Maschinen- und Kesselraumes durch den gesammten, übrigen Theil des unteren Schiffes. Der ganze Schiffsboden ist von den Planken der Garnierung bedeckt, auf welchen dicht gepackt die Ladung als Stückgut oder frei im Raum aufgeschüttet — Getreide, Salz, Reis etc. — ruht. Die Bilschräume sind nicht anders zugänglich als vom Deck oder von der Maschine aus durch eine Anzahl von Rohrleitungen, welche theils als Peilrohre zum Messen des Wasserstandes dienen, theils das Auspumpen des Bilsch- und Leckwassers besorgen sollen. Diese Leitungen bilden den einzigen Weg, auf welchem man bei beladenem Schiff Desinfectionsmittel in die Bilschen hinabbringen kann. Dabei fallen noch in der Regel die Maschinenpumpen aus, weil sie meist nur saugend wirken können und desshalb zum Einpumpen von Desinfectionsflüssigkeiten in die Bilschen nicht zu benutzen sind. Alle Schiffe (Dampfer wie Segler) haben aber ausser den Maschinenpumpen auch noch Pumpenrohre, welche von Deck aus direct in die Bilschen der einzelnen Compartments führen. Die Peilrohre sind 2—3 cm weit, die Pumpenrohre ca. 10 cm. Aus letzteren muss, ehe man die Desinfectionsflüssigkeit einschütten kann, der Pumpenstiefel entfernt werden. Pumpen und Peilrohre führen, ihrer Bestimmung entsprechend, immer an die tiefsten Stellen des Bilschraumes, wo die ganze Menge des Bilschwassers sich schliesslich ansammelt. Diese Stellen befinden sich auf Holzschiffen und eisernen Schiffen ohne wasserdichte Querschotte etwas nach hinten von der Mitte des Schiffes; auf Schiffen mit getrennten, wasserdichten Abtheilungen hat jede Abtheilung ihre besonderen Pumpen- und Peilrohre, welche bei Schiffen mit Doppelboden „Rinnsteinen" und „Brunnen" in der Regel mittschiffs an die tiefste Stelle des Brunnens hinabführen; Schiffe, welche nur „Rinnsteine", aber keine „Brunnen" aufweisen, haben Peilrohre und Pumpen zu beiden Seiten an der Bordwand für jede einzelne Abtheilung. Die Niveaudifferenzen zwischen jenen tiefen Stellen, an welchen die Pumpen und Peilrohre münden, und den höheren Punkten der Bilsch resp. den Rinnsteinen sind nicht unbeträchtlich, zwischen „Brunnen" und „Rinnsteinen" häufig 30—40 cm. Für die Desinfection der Bilschen liegen diese Verhältnisse auf allen beladenen Schiffen somit sehr ungünstig. Wenn das Bilschwasser sich auch in Folge der Bauart der Bilschen an den tiefsten Stellen zu grösseren Mengen ansammelt, so bleiben doch auch die anderen, höher gelegenen Abtheilungen nie ganz leer, einzelne Pfützen bleiben immer stehen, wovon

man sich bei jedem leeren Schiff überzeugen kann. Um auch diese entfernteren und höher gelegenen Stellen zu erreichen, bleibt nichts übrig, als mit dem Desinfectionsmittel zugleich auch so viel Flüssigkeit in den Bilschraum einzufüllen, dass das Niveau überall auch in den höheren Abtheilungen soweit steigt, dass zwischen den einzelnen Abtheilungen Communication der Flüssigkeiten eintreten kann. Man muss also das Desinfectionsmittel bis in die entferntesten Punkte hinbringen. Welche Schwierigkeiten das auf einzelnen Schiffen macht, zeigen einige weiter unten zu beschreibende Versuche.

„Durchschleusen" des Bilschraumes.

Vorher aber müssen noch einige Worte über das sogenannte „Durchschleusen" des Bilschraumes gesagt werden.

Auch Segelschiffe ohne Schotten haben ihre Ladung nie derartig verstaut, dass es ohne Weiteres angängig wäre, ohne Beschädigung der Ladung oder, wenn es sich um Stückgut handelt, ohne einen beträchtlichen Theil davon zu entfernen, etwa einen Schlauch vom Verdeck hinab in den Bilschraum zu führen, durch welchen mittelst eines Pumpwerks, wie es seiner Zeit auf „Freya" und „Hyäne"*) geschehen ist, das Bilschwasser von vorn nach hinten in Circulation gesetzt und womöglich über Deck zurückgepumpt werden könnte. Ein Theil der Ladung müsste zu diesem Zweck soweit entfernt werden, dass ein Mann hinuntersteigen, einige Planken der Garnierung aufreissen und den Pumpenschlauch einführen könnte. Da die Ladeluken aber nie ganz vorn am Bug, sondern weiter zurückliegen, so müsste zu diesem Zweck ein recht erheblicher Theil der Ladung entfernt werden, was in den meisten Fällen nicht angängig sein dürfte, ohne grosse Umstände und Kosten zu verursachen. Auf Dampfern mit wasserdichten Abtheilungen ist ein derartiges Durchschleusen in den meisten Fällen überhaupt undurchführbar. Jede Abtheilung müsste für sich durchschleust werden. Die neuen Dampfer haben durchweg wasserdichte Querschotten ohne alle Schleusenöffnungen; auf den meisten älteren Dampfern, welche noch Schleusenöffnungen in ihren Querschotten haben, sind dieselben auf Veranlassung der Classifications- und Versicherungsinstitute niet- und nagelfest geschlossen worden, weil diese Oeffnungen bei Unglücksfällen in kritischen Augenblicken häufig offen stehen blieben resp. die Schleusenschieber so festgerostet waren, dass sie nicht geschlossen werden konnten und so vielfach den Verlust von Schiffen

*) Koch und Gaffky, Versuche über die Desinfection des Bilschraumes von Schiffen.

herbeiführten.*) Die einzelnen Abtheilungen für sich zu durchschleusen, ist unmöglich, weil bei beladenem Schiff eben nur die Pumpen- und Peilrohre zur Verfügung stehen, welche an die tiefsten Punkte hinabführen. Man muss desshalb, bei beladenen Schiffen, solange keine besonderen Vorkehrungen dafür getroffen sind, wenigstens für die unter den Laderäumen befindlichen Abtheilungen des Bilschraumes auf das Durchschleusen verzichten.

Eigene Desinfectionsversuche. Von den vielen Versuchen, welche von mir über die Bilschdesinfection durch Eingiessen von möglichst viel Flüssigkeit und Auffüllen der Bilsch angestellt sind, mögen nun einige beschrieben werden.

Auf dem leeren Segelschiff „Cricket“ wurde bei ganz freigelegtem Bilschraum die Schnelligkeit und der Grad der Vermischung von Kalkmilch mit Bilschwasser genau beobachtet. Das Schiff wurde behandelt, als ob es beladen wäre, das Desinfectionsmittel — 1 $^0/_0$ige Kalkbrühe — wurde von Deck durch die Pumpenrohre in die Bilsch hinuntergegossen. Das Schiff ist von Holz, 40 m lang, 6 m breit, der Bilschraum ca. 30 m lang, an der breitesten Stelle ca. 4 m breit, an der tiefsten Stelle 50 cm tief. Die Holzbalken, welche die Spanten bilden, sind mittschiffs 40—50 cm von einander entfernt. Man kann danach die Gesammtgrösse der einzelnen Abtheilungen zwischen diesen Holzbalken, d. h. die Grösse des Gesammtbilschraums auf 8—10 cbm schätzen. Der Wasserstand in den Pumpen betrug 12,5 cm., die vorderen Abtheilungen der Bilsch waren trocken. Das Bilschwasser bestand aus einer schwarzen, trüben, stinkenden Flüssigkeit, man konnte schon geringe Spuren von Kalk, welche hineingelangten, an der dadurch bedingten, helleren Färbung des Bilschwassers deutlich erkennen. Die Reaction war von vornherein schwach alkalisch, die stärkere Blaufärbung des Lakmuspapiers ging parallel der sichtbaren Kalkzumischung. In den Abtheilungen, welche in der Nähe der Pumpe lagen, zeigte sich sofort nach dem Eingiessen einiger Eimer Kalkbrühe stark alkalische Reaction und hellere Färbung; in der Entfernung von 5—6 m von der Pumpe aber war lange nichts von Kalkwirkung zu merken. Nachdem ca. 1600 l Kalkbrühe eingefüllt waren, stieg der Wasserstand in den Pumpen auf 28,5 cm, in den hinteren Abtheilungen auf 27 cm, in den vorderen aber nur auf 12—15 cm. Die Abtheilungen aber zwischen den ganz vorne belegenen Spantenbalken waren noch trocken. Höher hätte man, wenn das Schiff befrachtet gewesen wäre, den Bilschraum nicht auf-

*) Vgl. Schlick, Schiffsbauingenieur und Bevollmächtigter des „Bureau Veritas“, Handbuch für den Eisenschiffbau, S. 136.

füllen dürfen, weil man sonst schon bei geringem Seegang eine Beschädigung der Ladung hatte befürchten müssen. Deutliche Kalkwirkung zeigte sich in den Abtheilungen bis zu 6 m Entfernung von den Pumpen nach vorn und hinten. Darüber hinaus blieb das Bilschwasser unverändert, nur war es im Niveau gestiegen. Leichte Bewegungen des Schiffes, wie sie durch vorüberfahrende Dampfer hervorgerufen wurden, förderten jedesmal in merklicher Weise die Verbreitung des Kalkes, indessen war nach 6 Stunden in den entferntesten Abtheilungen des Bilschraumes noch keine deutliche Kalkwirkung zu erkennen, auch waren die vordersten Räume nach wie vor trocken geblieben. Als das Bilschwasser jetzt wieder bis auf 12,5 cm ausgepumpt wurde — von da an fassten die Pumpen kein Wasser mehr — zeigt sich das ausgepumpte Wasser durchweg stark alkalisch und keimfrei, das Wasser, welches nicht mehr herausgepumpt werden konnte, war in den von der Pumpe entfernten Abtheilungen zwar gefallen, aber ohne jede Kalkzumischung geblieben. Um auch diesen Theil des Bilschwassers allmälig zur wirksamen Desinficierung heranzuziehen, hätte die Desinfection mehrere Male wiederholt werden müssen.

Dass auf offenen Rheden, oder wenn das Schiff in Fahrt ist, auch bei ruhigem Wetter eine vollständigere Durchmischung des Bilschwassers mit Kalk eintreten werde, als im Hamburger Hafen, ist wahrscheinlich; der Zufall wird dabei immer eine grosse Rolle spielen.

Besser gestaltete sich ein ähnlicher Versuch auf dem eisernen Dampfer „Kehrwieder“, welcher einfachen Boden und Bilschraum hat. Das Schiff hat vier wasserdichte Abtheilungen, von denen zwei derart zum Versuch verwandt werden konnten, dass die Bilschräume freigelegt wurden und nun Kalkbrühe oben durch die Pumpenrohre so lange zugesetzt wurde, bis auch in die entferntesten Abtheilungen zwischen den Bodenstücken am anderen Ende des wasserdichten Raumes Kalkbrühe geflossen war. Die Länge des vorderen, wasserdichten Raumes betrug 10,5 m, seine Breite, am Boden des Laderaumes gemessen, 3 m, die Tiefe des Bilschraumes betrug 0,50 m. Vor dem Einfüllen der Kalkmilch betrug der Wasserstand im Raum 8,5 cm. Nachdem 4500 l zugesetzt waren, war der Wasserstand auf 15 cm gestiegen. Die Dimensionen des hinteren Laderaumes betrugen am Schiffsboden 17 resp. 2,4 m, der Bilschraum war 0,5 m tief. 4200 l Kalkmilch waren erforderlich, um den Stand des Bilschwassers von 5 cm auf 10 cm zu erhöhen; die Kalkbrühe war dann in allen Abtheilungen des Bilschraumes gut vertheilt.

Ein dritter Versuch wurde auf dem Dampfer „Bohemia" angestellt. Das Schiff hat einen Doppelboden nach dem Zellensystem mit Ballasttanks, Brunnen und Rinnsteinen. Der Dampfer hat eine Länge von 107 m, eine Breite von 12,4 m und ist durch acht Schotte in wasserdichte Abtheilungen getheilt. In dem Raum Nr. 2, dem grössten Laderaum, wurden die „Rinnsteine" und der „Brunnen" freigelegt. Der Brunnen war bis auf eine Pfütze am Boden leer, Boden und Wände, wie die im Brunnen verlaufenden Rohrleitungen waren mit einer dünnen Schlammschicht bedeckt. In den Rinnsteinen stand pfützenweise sehr schmutziges Bilschwasser in den einzelnen Abtheilungen, welches durch die Speigattöffnungen nicht mehr abfliessen konnte. Auch die Rinnsteine waren an den Wänden mit einer dünnen Schlammschicht bedeckt. Der Brunnen des wasserdichten Raumes hatte, quer durch das Schiff gemessen, eine Länge von 9,6 m, eine Breite von 90 cm und war 1,4 m tief. Die Rinnsteine verliefen zu beiden Seiten in einer Länge von 18,5 m, waren 1 m breit und 1 m tief. Die Kalkbrühe gelangte durch die Pumpenrohre zuerst in den Brunnen und trat mit weiterem Einfüllen und Ansteigen allmälig in die Rinnsteine über. In den entferntesten Abtheilungen derselben konnte aber erst Kalk nachgewiesen werden, als 10 000 l von oben eingegossen waren. Der Brunnen musste bis auf einen Wasserstand von 60 cm aufgefüllt werden, der Wasserstand in den Rinnsteinen betrug dann 24 cm.

Diese Versuche und die weiteren, sehr zahlreichen in dieser Weise vorgenommenen Bilschdesinfectionen bestätigen die oben ausgesprochene Ansicht, dass man bei beladenem Schiff, in welches man die Desinfectionsflüssigkeit nicht anders als durch Pumpen und Peilrohre einführen kann, das Bilschwasser, welches sich auch in den höher gelegenen Theilen des Bilschraumes befindet, nicht anders desinficieren kann, als wenn man den Bilschraum so weit als möglich mit der desinficierenden Flüssigkeit anfüllt. Auf Holzschiffen kann man auch bei diesem Verfahren noch nicht mit absoluter Sicherheit hoffen, das Desinfectionsmittel auch in die entferntesten Abtheilungen der Bilsch zu treiben. Das Auffüllen der Bilsch muss mehrere Male wiederholt werden und für Bewegung des Schiffes gesorgt werden.

Jeder Schiffer resp. Kapitän muss wissen, wie hoch das Wasser in dem Bilschraum steigen darf, ohne die Ladung zu beschädigen. Als Anhaltspunkte dienen die Höhendimensionen des Bilschraumes, welche bei hölzernen Schiffen 60—100 cm, bei eisernen Schiffen mit einfachem Boden $^1/_{12}$ der Raumtiefe, bei Schiffen mit Doppelboden 1—1,5 m für die Brunnen beträgt. Mindestens bis zur Hälfte darf

der Raum ohne Gefahr für die Ladung angefüllt werden. Hierzu gehören bei Holzschiffen ca. 40—60 l für jeden Meter der Schiffslänge, bei eisernen Schiffen mit einfachem Boden 60—120 l. Bei Schiffen mit Brunnen und Rinnsteinen kommt man auf sehr hohe Zahlen, so für „Bohemia" auf ca. 30 cbm.

Die zur wirksamen Desinfection cholerainficierten Bilschwassers erforderliche Kalkmenge.

Wieviel Kalk muss nun die solchem Wasser zuzusetzende Flüssigkeit enthalten, damit in dem Bilschwasser, mit welchem sie sich im Bilschraum mischt, überall soviel Kalk vorhanden ist, dass Cholerakeime in wenigen Stunden abgetödtet werden? Von vornherein ist klar, dass man nicht etwa die nöthigen Kalkmengen in Form dicker Milch oder gar in Breiform direct hinunterschütten und dann Wasser zupumpen darf, bis der Bilschraum aufgefüllt ist. Auch umgekehrt darf man nicht verfahren. Diese Fehler sind oft genug begangen worden, wodurch Verstopfungen der Rohrleitungen und andere Uebelstände erzeugt wurden. Es handelt sich nach dem Vorstehenden gerade darum, das Desinfectionsmittel in möglichst gleichmässiger Vertheilung und in leicht flüssiger Form in grossen Mengen zuzusetzen, weil im Bilschraum selber die Verhältnisse so sehr ungünstig für die weitere Vertheilung liegen. Je weiter man dabei mit der Verdünnung der Kalkmilch gehen kann, desto günstiger werden die Aussichten sein, den Kalk auch an die entferntesten Punkte hinbringen zu können.

Es hat sich nun in einer Reihe von Untersuchungen, die ich im vorigen Jahr im Hamburger Hafen angestellt habe, gezeigt, dass die Bilschwässer im Allgemeinen einen Gehalt an 0,5 % Kalk haben müssen, damit Cholerabacillen in wenigen Stunden vernichtet werden. Ich halte es desshalb für practisch und habe es seitdem in sehr vielen Bilschdesinfectionen so ausgeführt resp. ausführen lassen, dass, nachdem schon in See das Bilschwasser möglichst ausgepumpt war — was von den in See an Bord gehenden Lootsen angeordnet wird —, eine dünne, 1 %ige Kalkbrühe in solchen Quantitäten durch die Pumpen und Peilrohre hinuntergeschüttet wurde, bis der Bilschraum soweit als angängig aufgefüllt war. Man konnte dann sicher sein, dass wenn auch sehr viel Bilschwasser zurückgeblieben war, doch das zugesetzte Kalkwasser und Bilschwasser mindestens ½ Procent Kalkgehalt hatte. In allen untersuchten Fällen konnte jedenfalls festgestellt werden, dass das nach einigen Stunden ausgepumpte Bilschwasser von stark alkalischer Reaction und steril war. Von dieser Beschaffenheit war auch das Bilschwasser, welches entleert worden war, kurz ehe die Pumpen ihre Thätigkeit einstellen mussten, weil sie eben kein Wasser mehr fassten. Wenn man also auch bei dieser Methode nicht ganz

sicher ist, dass die Bilschräume bis in ihre entferntesten Ecken und Winkel gründlich mit Kalk in Berührung gekommen sind, so ist doch soviel erreicht, dass das Wasser, welches der Schiffer nach seiner Ankunft im Hafen aus der Bilsch herauspumpt, um das Schiff wieder zu entleeren, desinficiert ist. Bei Holzschiffen muss nun aber das Bilschwasser, welches nach einigen Tagen oder Wochen sich von neuem angesammelt hat, immer von neuem ausgepumpt werden, sobald es bis zu einer gewissen Höhe gestiegen ist. Hier könnte es nöthig erscheinen, da ja mit dem frisch eingedrungenem Leckwasser auch wieder verdächtige Stellen, an die vorher kein Kalk gelangt war, haben aufgeschwemmt werden können, vor dem Pumpen von neuem Kalkbrühe zuzusetzen. Indessen wird das in der Regel überflüssig sein, da hier Versuche gelehrt haben, dass auch das zum zweiten und dritten Mal ausgepumpte Bilschwasser, wenn einmal gründlich und reichlich mit Kalk desinficiert worden ist, noch stark alkalisch reagiert und deutlichen Kalkgehalt aufweist. Im Uebrigen kann man in jedem Fall leicht durch Aufpumpen weniger Liter und Prüfung mittelst Lakmuspapier feststellen, ob neuer Kalk zugemischt werden muss. Auf eisernen Schiffen bleibt in den Bilschräumen, soweit sie unter den geschlossenen Laderäumen liegen, eingeschüttete Kalkbrühe monatelang in unveränderter Zusammensetzung nachweisbar; einmal fand ich das noch nach vier Monaten. Diese Eisenschiffe „machen“ eben sehr wenig Wasser. Anders in der Maschinenbilsch, wo das Bilschwasser fortwährend ausgepumpt wird und aus den Maschinen- und Kesselräumen frisch hinzuströmt.

Um die Schifffahrt nicht aufzuhalten und doch durch einfache Maassnahmen eine Verseuchung des Hafenwassers durch Zumischung verseuchten Bilschwassers zu verhindern, wird es daher im Allgemeinen genügen, wenn man das Bilschwasser schon in See durch den Lootsen entleeren lässt, dann im Hafen durch das oben beschriebene Verfahren den Bilschraum, soweit wie angängig, mit 1%iger Kalkbrühe auffüllt. Nach 12 Stunden darf die Bilsch wieder „gelenzt“ werden, wobei man dann sicher nur desinficiertes Bilschwasser auspumpt. Später kann man ev. die Desinfection wiederholen und, nachdem das Schiff leer geworden ist, die Bilsch direct zugänglich machen und desinficieren.

Wenn man die Pumpen, welche Wasser von aussenbords an Deck aufpumpen, angehen lässt oder eine Anzahl von Leuten der Schiffsbesatzung so aufstellt, dass sie mit Eimern, welche aussenbords

Vorschrift für die Ausführung der Desinfection mit Kalk.

gefüllt werden und von Hand zu Hand gehen, Kette bilden, so kann man in ganz kurzer Zeit grosse Mengen von Wasser an Deck zur Verfügung haben. In grossen Bottichen, welche auf jedem Schiff vorhanden sind, wird zunächst eine 10⁰/₀ige Kalkmilch bereitet und von dieser in jeden Eimer, welcher mit Wasser gefüllt ankommt, ungefähr soviel, als der neunte Theil des Eimerinhaltes beträgt, mittelst vorher ausgemessenen Schöpfgefässes eingefüllt und das Gemisch in die Bilsch hinuntergegossen, nachdem die Verschraubungen von den Pumpen und Peilrohren und auch der Pumpenstiefel entfernt und grosse Trichter in die Oeffnungen eingesetzt sind. Von dem Beginn des Pumpens muss der Wasserstand in den Bilschen gepeilt und von Zeit zu Zeit während des weiteren Anfüllens durch weitere Messungen festgestellt werden, wie sich das Ansteigen des Wassers im Bilschraum gestaltet und wann aufgehört werden muss, damit die Ladung nicht gefährdet wird. Man kann so in einer Stunde bequem 5000—10 000 l einfüllen. Dies Verfahren wird sich namentlich für alle, aus verseuchten Häfen kommenden, *hölzernen* Schiffe empfehlen; Für *eiserne Dampfer* kann man unter Umständen auf Grund der folgenden Betrachtung noch eine Erleichterung eintreten lassen. Im Maschinen-Bilschraum sammelt sich, wie oben erwähnt, das Bilschwasser so reichlich an, dass es fast täglich ausgepumpt werden muss, meist noch öfter. Man könnte desshalb annehmen, dass wenigstens nach längeren Reisen sämmtliches, noch vom verseuchten Ausgangshafen stammendes Wasser im Maschinenbilschraum allmälich entfernt worden ist und dass desshalb die Desinfection überflüssig geworden sei. Indessen fehlen hierüber genaue Anhaltspunkte; auch ist nicht ausgeschlossen, dass durch die einmal hineingelangten Krankheitskeime das Bilschwasser trotz des fortwährenden Wechsels infolge günstiger Lebensbedingungen und rascher Vermehrung der Keime dauernd verseucht bleiben kann. *Man wird desshalb nur vorsichtig handeln, wenn man das Bilschwasser im Maschinenraum auch auf eisernen Dampfern, sofern sie aus verseuchten Häfen kommen, ohne Ausnahme desinficiert.* Der Maschinenbilschraum ist immer direct zugänglich (durch Aufreissen der Flurplatten etc.) und kann so immer leicht und gründlich desinficiert werden, weil man die Kalkbrühe direct mittelst langer Besen etc. auch in die entferntesten Punkte hintreiben kann.

Wenn man den Wasserstand in den unter den *Laderäumen* belegenen Bilschen auf eisernen Dampfern, welche durch wasserdichte Querschotten vom Maschinenbilschraum getrennt sind, mittelst Peilstockes feststellen will, so wird man in der Regel die Bilsch trocken

oder nur wenige Centimeter Wasserstand finden. Das Wasser steht in der Regel nur in Pfützen in den einzelnen Rinnsteinabtheilungen. Auch die chemische Beschaffenheit — z. B. der beträchtliche Kalkgehalt in der Bilsch, in einem Fall noch vier Monate nach der Desinfection, zeigt, dass es sich hier nicht um Leckwasser handelt, sondern dass das Wasser nach Qualität und Quantität, sowie es einmal in den Bilschen der Laderäume eiserner Dampfer vorhanden ist, während der Reise ziemlich unverändert bleibt. Wenn das Bilschwasser nun so niedrig steht, dass man es nicht herauspumpen kann und infolge der Bauart des Schiffes Leckage und Zufluss aus den Maschinenbilschräumen ausgeschlossen ist, dann kann man, meine ich, auch das Bilschwasser in den Laderäumen vorläufig undesinficiert lassen. Ausgepumpt kann es nicht werden, aber es kann auch Niemand damit in Berührung kommen, solange die Laderäume voll sind. Erst, wenn die Laderäume ganz entleert werden, können bei Reparaturen des Schiffsbodens, beim Docken Berührungen mit dem Bilschwasser stattfinden. Und dann kann man sehr bequem vorher sämmtliche Bilschen aufreissen und mit Kalkmilch direct gründlich auskehren und säubern lassen. Man kann also von der Desinfection der Bilschen unter den Laderäumen eiserner Dampfer mit wasserdichten Querschotten absehen, sobald das Bilschwasser so niedrig steht, dass das Auspumpen nicht möglich ist; das ist aber eine erhebliche Erleichterung namentlich für die modernen, grossen Dampfer. Man braucht 20—80—100 cbm und mehr Kalkbrühe für die Desinfection der Gesammtbilsch eines so grossen Dampfers, muss einen grossen Apparat in Bewegung setzen und viele Stunden zu diesem Geschäft verwenden. Es kommt noch hinzu, dass auf den modernen, hochbordigen Schnelldampfern die für die Desinfection der Bilsch zu benutzenden Pumpenrohre nicht bis ans oberste Deck hinaufführen, weil man für Nothfälle nicht nöthig hat, eingedrungenes Wasser so hoch zu heben, sondern nur bis zum eigentlichen Schiffsdeck, auf welchem die Oberbauten aufgethürmt sind. Hier befinden sich in der Regel die Kajüten und Salons; unter den Teppichen etc. liegen die Verschraubungen der zur Desinfection zu benutzenden Pumpenrohre. Hier cubikmeterweise Kalkbrühe einzufüllen, würde sehr belästigen und wäre ohne Beschädigung der kostbaren Einrichtungen nicht auszuführen. Man wird desshalb wohl diese Art der Desinfection auf Ausnahmefälle beschränken müssen, im Allgemeinen aber besser warten, bis das Schiff leer ist und die Bilschen direct zugänglich sind. Sehr erleichtert würde auf allen Schiffen das ganze Verfahren, wenn man sich dazu entschlösse, besondere Füllröhren für die Bilsch-Desinfection einzu-

bauen, welche vom Oberdeck nach den höchstgelegenen Stellen des Bilschraumes führen, also vorn und hinten, resp. auf Dampfern mit wasserdichten Abtheilungen auf beiden Seiten längs der Bordwand. Das hätte so zu geschehen, dass auf jeder Seite je ein Rohr in eine Abtheilung zu dem dem „Brunnen“ abgekehrten, höher liegenden Ende des „Rinnsteins“ führt. Dort eingegossene Desinfectionsflüssigkeit wird von selbst zu den Stellen, an denen die Pumpen münden, hinabfliessen und auf dem Wege dahin das Bilschwasser mitnehmen und desinficieren. Dann könnte man auch das Bilschwasser durch Circulationspumpen in Bewegung setzen und innig mit dem Desinfectionsmittel mischen.

Die Ballasttanks im Schiffsboden dienen dazu, leeren oder nicht genügend befrachteten Schiffen den zur Stabilität nöthigen Tiefgang zu geben. Entweder werden sämmtliche Tanks schon bei Abgang des Schiffes aus dem Hafen mit Hafenwasser gefüllt, oder nur der eine oder andere je nach der Vertheilung der Ladung. Der Inhalt der Tanks wird, sofern er aus Süsswasser besteht, oft während der Reise zum Speisen der Kessel benutzt. Die dann leergewordenen, sowie die Anfangs leergelassenen Tanks pflegt man mitunter je nach dem Kohlenverbrauch, um das dadurch verloren gegangene Gewicht zu ersetzen, der Reihe nach mit Seewasser zu füllen. So kommt es, dass viele Schiffe im Bestimmungshafen mit Ballasttanks anlangen, welche kein Wasser aus dem Ausgangshafen mehr enthalten. Eine Ausnahme bilden Petroleumdampfer, welche Wasser an Stelle von Petroleum in ihre Tanks eingenommen haben, sowie Viehdampfer, welche, nachdem das Vieh gelandet ist, leer zurückgehen und dann grosser Mengen von Wasserballast bedürfen. Ferner die nach Ostseehäfen (z. B. Stettin) mit niedrigem Fahrwasser (wegen Fluthmangels) gehenden Schiffe. Bei diesen Arten von Dampfern wird es häufig vorkommen, dass sie bei ihrer Ankunft noch Wasser, welches aus entfernten, inficierten Häfen stammt, in ihren Ballasttanks mit sich führen. Es kommen aber auch häufig andere Dampfer an, welche das Wasser in ihren Tanks schon monatelang unverändert mit sich führen, und das Wasser stammt dann möglicherweise aus ganz entfernten Häfen. Nach Hamburg wird z. B. oft Hugliwasser aus Calkutta in Ballasttanks gebracht. Professor Dunbar hat nun in einem Falle in aus Amsterdam stammendem Ballastwasser Vibrionen nachgewiesen, die vorläufig von Cholerabacillen nicht zu unterscheiden sind. Ich selbst habe in vier Fällen in solchem Wasser Vibrionen gefunden, welche eine sehr grosse Aehnlichkeit mit Cholerabacterien hatten. Da es sich nun recht oft um mehrere hundert Kubikmeter Wasser handelt, welche

Desinfection der Ballasttanks.

so von einem verseuchten Hafen aus eingeführt und in einen bis dahin reinen Fluss oder Hafen entleert werden können, so erscheint die Gefahr, durch verseuchtes Ballastwasser Cholerakeime eingeschleppt zu erhalten, ungleich grösser, als die Gefahr der Infection des Hafenwassers durch Bilschwasser. Man wird desshalb verhindern müssen, dass Ballasttanks, welche Wasser aus verseuchten Häfen enthalten, ohne Weiteres in dem Ankunftshafen ausgepumpt werden. Sie sind entweder schon draussen auf der Rhede, besser noch ganz in See zu entleeren, oder sie müssen während des Aufenthalts des Schiffes im Hafen unberührt bleiben. Ist es aus besonderen Gründen z. B. zu Reparaturzwecken, oder weil sonst das Schiff seine Ladung nicht vollständig einnehmen kann, doch nöthig, sie im Hafen noch zu entleeren, so muss das Ballastwasser vor dem Auspumpen desinficiert werden. Diejenigen Tanks, welche überhaupt Ballastwasser enthalten, sind immer ganz voll, weil sonst bei Seegang das Wasser in den Tanks hin und her fliessen und bei den grossen Mengen, um die es sich handelt, gefährliche Schwerpunktsänderungen für das ganze Schiff verursachen würde. Es ist desshalb unmöglich, grössere Quantitäten irgend eines Desinfectionsmittels in die Tanks selber hineinzubringen, und man muss die Tanks zunächst entleeren. Dabei bin ich meist so vorgegangen, dass ich den unter dem Maschinen- und dem Heizraum belegenen Bilschraum soweit als möglich durch Aufnehmen der Flurplatten freilegen liess. Dann liess ich das Ballastwasser in diesen meist sehr geräumigen Raum einpumpen, versetzte es durch directes Einschütten mit den nöthigen Mengen von dicker Kalkmilch, welche durch lange Besen innigst mit dem Ballastwasser vermischt und überall gleichmässig hingeschülpt wurde. Nach einigen Stunden wurde dies nunmehr stark alkalisch reagierende Wasser nach aussenbords ausgepumpt. Dann wurde von Neuem aus den Ballasttanks in den Maschinenbilschraum übergepumpt, dort desinficiert, nach aussenbords entleert und dies so oft als nöthig wiederholt, bis die Ballasttanks leer waaren. Hierfür sind oft mehrere Tage erforderlich, weil auch bei grossen Dampfern die Maschinenbilschräume höchstens den 5. oder 6. Theil der Ballasttanks fassen. Um die Sache zu beschleunigen, habe ich einmal auf einem grossen, englischen Dampfer versucht, die Mannlochdeckel von den Ballasttanks abzunehmen, so dass das Wasser in grossen Mengen frei ins Schiff ausströmte und in die Bilschen ablief, anstatt das Wasser in die Bilschen hineinzupumpen. Bei dem Pumpen dauert es natürlich viel länger, ehe die Bilschen voll sind. Ausserdem hoffte ich dadurch Zeit zu sparen, dass ich die gefüllten Bilschen und das noch im Tank zurückgebliebene Wasser, letzteres

durch Einschütten von Kalkmilch in die grossen, von den Mannlochdeckeln befreiten Oeffnungen der Tanks, zu gleicher Zeit desinficierte. Es kam aber anders. Nachdem die Mannlochdeckel geöffnet waren, strömte das Wasser nicht gleichmässig aus den Oeffnungen heraus, sondern aus den Oeffnungen der einen Seite viel stärker und schneller als auf der andern Seite. Das ausgeflossene Wasser sammelte sich in der Bilsch auf der einen Seite besonders stark an, und das Schiff legte sich etwas über. Jetzt wurde das Ausströmen und die Ansammlung von Wasser in den Bilschen noch ungleichmässiger; und je mehr Wasser ausfloss, desto schiefer legte sich das Schiff. Das Wasser strömte schliesslich mit solcher Gewalt nur auf der einen Seite aus den Tanköffnungen heraus, dass es grosse Mühe kostete, die Mannlochdeckel wieder aufzuschrauben. Die Situation war inzwischen wirklich gefährlich geworden, das Schiff lag zum Kentern, und es war die höchste Zeit, dass diesem Circulus vitiosus ein Ende bereitet wurde. Das Ganze spielte sich innerhalb weniger Minuten ab. Es war natürlich alles im Einverständniss mit dem Capitain und Schiffsingenieur angeordnet worden, aber beide hatten diese Wendung nicht erwartet. Ich habe auch versucht, das Ballastwasser in grosse, leere Baggerschuten, Leichterprähme u. s. w., welche längsseit des Schiffes lagen, auszupumpen und dann zu desinficieren. Hierbei ereignete es sich ebenfalls, dass diese Fahrzeuge, sobald sie etwa bis zum dritten Theil mit Wasser angefüllt waren, sich soweit nach einer Seite legten, dass sie in Gefahr kamen, umzuschlagen. Wasser ist an Bord, wenn es in grossen Mengen frei fliessen kann, die gefährlichste Ladung. Somit bleibt in der Regel nichts anderes übrig, als das Ballastwasser im Maschinenbilschraum, wie oben beschrieben, zu desinficieren und dann auszupumpen. Nur auf einigen älteren Schiffen ohne Doppelboden und auf Viehdampfern findet man hohe bis in den Laderaum hineinreichende Ballasttanks, von denen man ohne Gefahr die Deckel entfernen und die man durch Kalkmilchzusatz desinficieren kann.

Will man nach der Desinfection des Inhalts auch noch die leeren Tanks desinficieren, was wohl in der Regel unterbleiben kann, da ja nur das ausgepumpte Wasser gefährlich ist, so müssen Leute durch die Mannlöcher in die Tanks hineinkriechen und die Wände von innen mit Kalkmilch anstreichen. Ein unsicheres, weil uncontrollierbares Verfahren!

Bei allen diesen Desinfectionsmaassnahmen ist es dringend rathsam, sich vorher vom Capitain und Schiffsingenieur über die Bauart des Schiffsbodens, Anordnung der Ballasttanks und Pumpen u. s. w.

Einvernehmen mit dem Schiffspersonal bei Entwerfung des Desinfectionsplans.

genau unterrichten zu lassen und den daraufhin entworfenen Desinfectionsplan in allen Einzelheiten mit diesen Sachverständigen durchzusprechen. Wenn sie erst erfasst haben, was man eigentlich will, und dass es sich nicht um eine leere Formsache und Scheinprocedur handeln soll, wird man bei ihnen meist Entgegenkommen und Unterstützung finden. Immerhin bleibt die Desinfection des Doppelbodenballastwassers eine zeitraubende und umständliche Angelegenheit.

Ergebnisse.

1. Auf allen hölzernen Schiffen, welche von verseuchten Häfen ankommen, muss bei der Ankunft des Schiffes das Bilschwasser desinficiert werden. Auf Anordnung des Lootsen ist schon in See das Bilschwasser möglichst auszupumpen.

2. Auf allen eisernen Schiffen, welche von verseuchten Häfen kommen, muss mindestens das Maschinenbilschwasser und der Maschinenbilschraum bei der Ankunft des Schiffes desinficiert werden. Für das Bilschwasser in den übrigen Bilschräumen des Schiffes kann, wofern sie von den Maschinenbilschräumen getrennt sind, von der Desinfection bei der Ankunft des Schiffes Abstand genommen werden, wenn diese Bilschräume nicht direct zugänglich sind, und wenn das Schiff so wenig Wasser macht, dass sich während des Aufenthaltes des Schiffes im Hafen kein Wasser in den Bilschen oder nur in so spärlichen Mengen ansammelt, dass es für die Pumpen unerreichbar bleibt. Man kann hier mit der Desinfection warten, bis das Schiff ganz leer geworden ist und die Bilschräume direct zugänglich gemacht werden können.

3. Als Desinfectionsmittel wird 1 procentige Kalkbrühe verwendet.

4. In diejenigen Theile des Bilschraumes, welche leicht durch Abheben der Garnierungen und der Flurplatten zugänglich gemacht werden können (Maschinen- und Kesselraum, leere Laderäume) ist die Kalkbrühe an möglichst vielen Stellen direct eimerweise in den Bilschraum hineinzuschütten. Durch Umrühren mit Besen muss die Kalkbrühe kräftig mit dem Bilschwasser vermischt und überall auch an die Wände des Bilschraumes angetüncht werden.

5. Ueberall da, wo die Bilschräume nicht frei zugänglich sind, ist folgendermaassen zu verfahren:

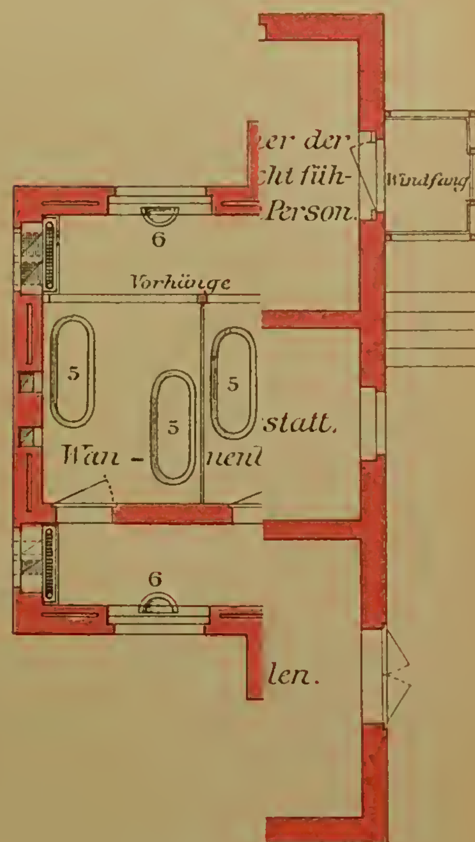
Durch die auf allen Schiffen vorhandenen, von Deck in die Bilschräume hinunterführenden Pumpen (Nothpumpen) und Peilrohre wird Kalkbrühe so lange eingegossen, als der Bilschraum angefüllt werden kann, ohne dass die Ladung beschädigt wird; hierbei muss der Wasserstand in den Peilrohren von Zeit zu Zeit gemessen wer-

den. Nach 12 Stunden kann die Bilsch gelenzt werden. Als Anhaltspunkt diene, dass bei Holzschiffen 40—60 l auf 1 m Schiffslänge erforderlich sind; bei eisernen Schiffen 60—120 l auf 1 m Schiffslänge, bei Schiffen mit Doppelboden, Brunnen und Rinnsteinen 20 bis 80 bis 100 cbm. Auf Schiffen mit getrennten Abtheilungen muss jede Abtheilung für sich in der oben angegebenen Weise behandelt werden.

6. Es empfiehlt sich im Interesse der Abkürzung des Verfahrens, die erforderliche Kalkbrühe schon auf See in das Bilschwasser einzugiessen.

7. Man soll vermeiden, Ballastwasser in verseuchten Häfen einzunehmen. Falls dies doch geschehen, soll dass Ballastwasser möglichst schon in See vor der Ankunft entleert werden. Nöthigenfalls können die Tanks dann von Neuem aufgefüllt werden.

8. Mit Wasser aus verseuchten Häfen gefüllte Tanks müssen entweder während des ganzen Aufenthalts des Schiffes im Ankunfts-Hafen unberührt bleiben oder das Ballastwasser muss, ehe es nach aussenbords entleert wird, desinficiert werden. Diese Desinfection geschieht, indem man die nöthigen Mengen Kalkmilch entweder in die Tanks direct oder, nachdem das Ballastwasser in die Maschinenbilsch übergepumpt ist, dort zusetzt. Nach einigen Stunden darf das Wasser nach aussenbords ausgepumpt werden.



Erklä

1,1, *Dampfke*

2,2,2, *Desinfect*

3, *Kaltwass*

4, *Warmwa*

5,5,5.. *Badewan*

6,6,6.. *Ausgüss*

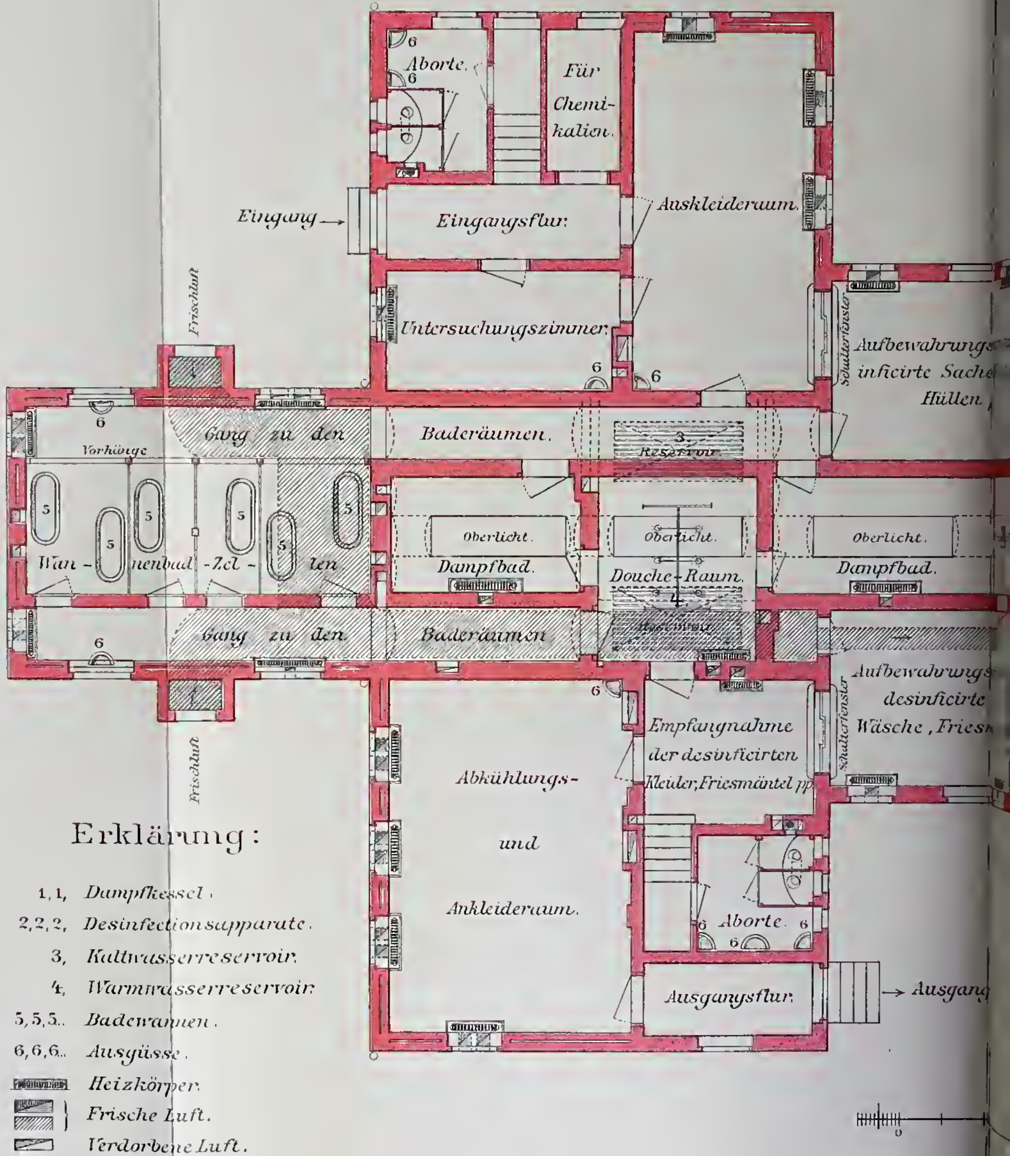
Heizkörp

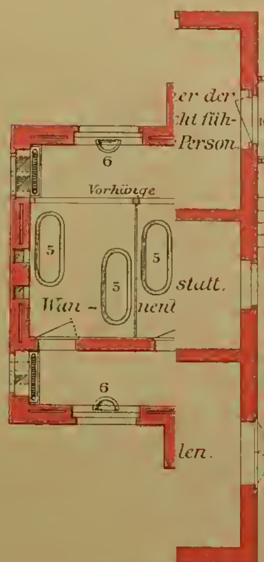
Frische L

Verdorbe

Garnison = Desinfectio

Grundriss des





Erklä

1,1, *Dampfke*

2,2,2, *Desinfect*

3, *Kaltwass*

4, *Warmwa*

5,5,5.. *Badewan*

6,6,6. *Ausgüss*

Heizkörp

Frische L

Verdorbe

Fig. 1. Querschnitt durch ein hölzernes Segelschiff.

Kielschwein
Garnierung
Kiel
Holzspanten
Bilgeraum
Verbindungskanäle

Fig. 8. Seitenansicht (Längsschnit

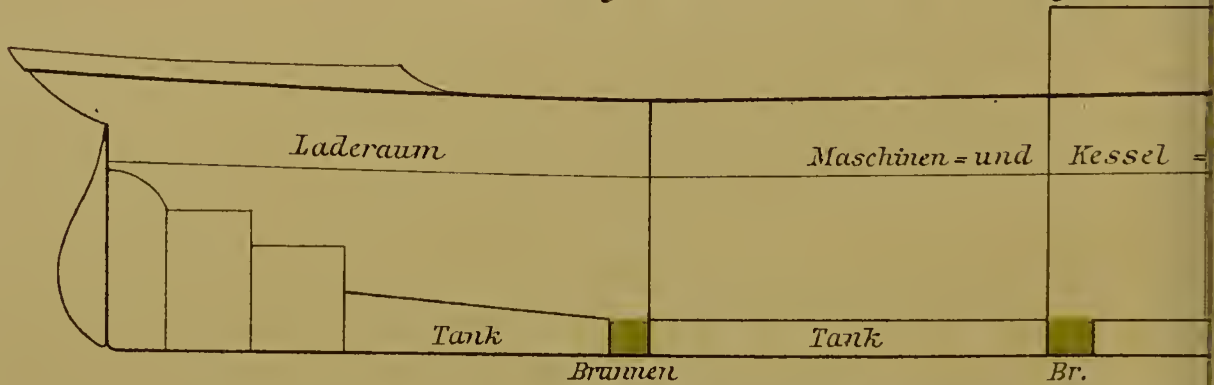
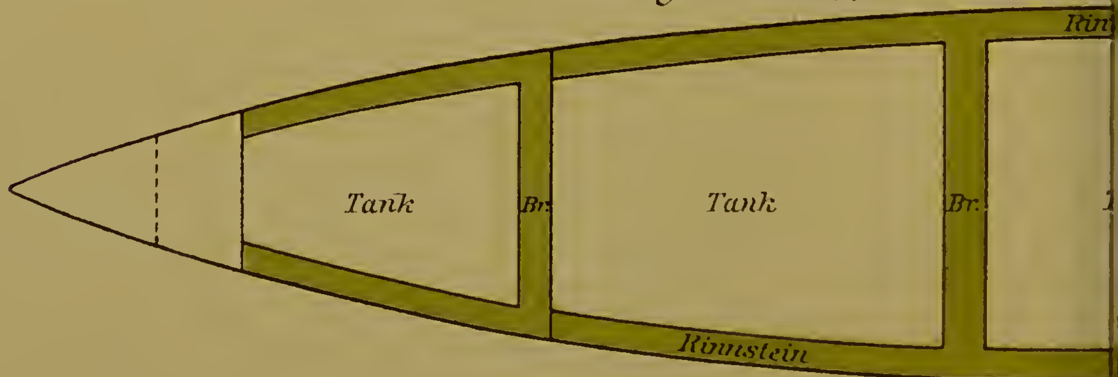


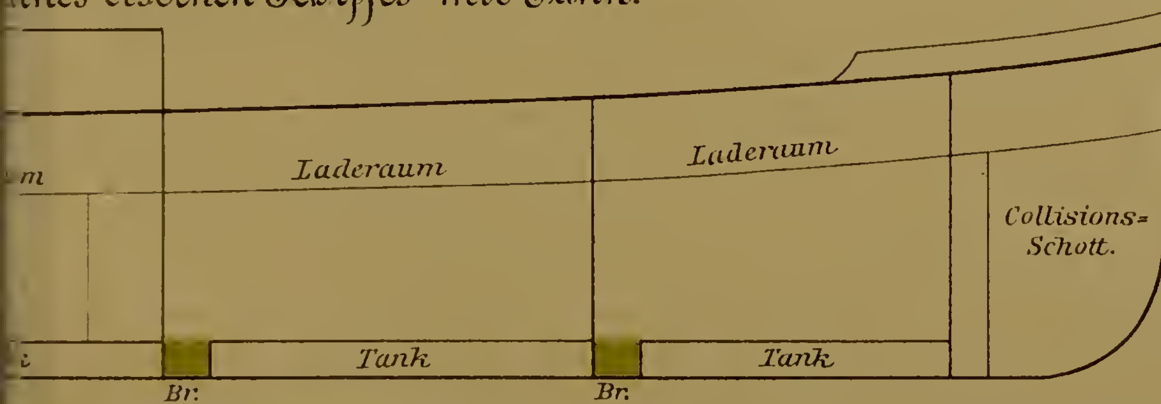
Fig. 9. Schiffsboden eines



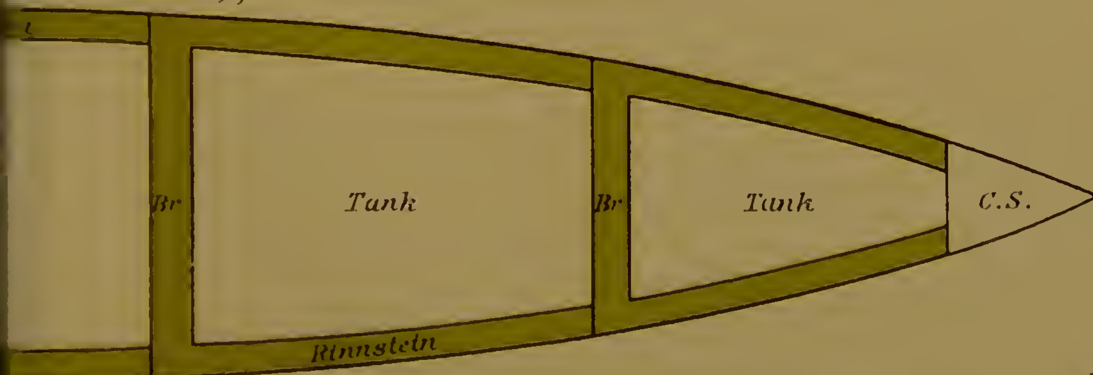
. Durchschnittansicht eines eisernen Schiffes mit Tank

Rinnstein mit
Tankseitenplatte
Speigattöffnung
Doppelboden.
Spanten.
Kiel.
Brunnen.
Cementausguss

ines eisernen Schiffes mit Tank.



rnen Schiffes mit Tank.



Lith. Anst. v. F.A.Funke Leipzig

Fig. 2. Querschnitt durch ein eiserne

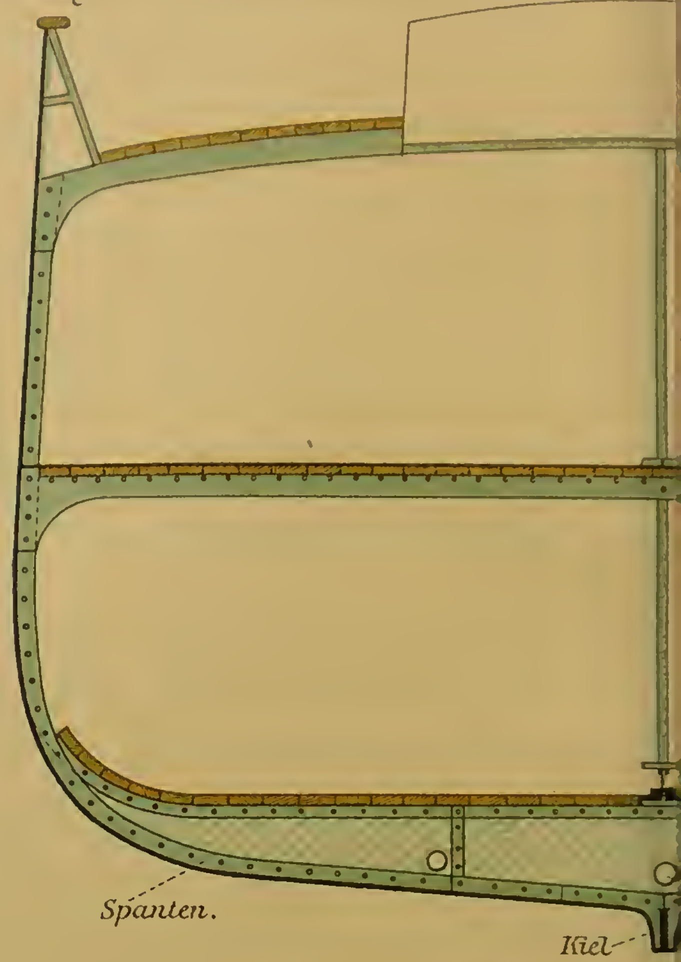


Fig. 3. dasselbe im Vorderschiff.

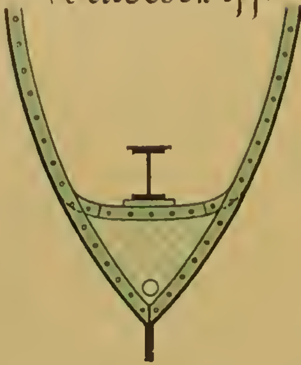


Fig. 5. Querschnitt durch ein eisernes Schiff.

Ballasttank

Rinnstein

Tankseiteplatte.

Speigattöffnung.

Kiel

Spanten.

Spei

…iff ohne Tank. (Mittelschiff).

Fig. 4. dasselbe im Hinterschiff.

…chwein.

Garnierung.

Bodenstück.

…igattöffnung.

Fig. 6. Querschnitt durch ein eisernes Schiff.

Garnierung.

…fnung.

Kiel.

Doppelboden.

Rinnstein und Tankseitenplatte.

